



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학박사학위논문

한반도 산림에 서식하는 담비의 생태 특성과 보전방안

A Study on ecological characteristics and
conservation of yellow-throated marten
(*Martes flavigula*) in temperate forests of Korea

2014년 8월

서울대학교 대학원

협동과정 조경학 전공

우 동 결

국문초록

본 연구는 한반도 산림에 서식하는 담비의 행동권, 서식지 이용, 이동특성, 먹이습성 등의 생태특성을 파악하고, 이를 바탕으로 담비 서식지 및 개체군 보전방안을 제시하기 위해 수행되었다.

2009년 6월부터 2013년 10월까지 총 9개체의 담비를 원격무선추적하여 행동권을 파악한 결과 행동권은 $32.2 \pm 12.9 \text{ km}^2$ (MCP 100%), 핵심서식지는 $6.5 \pm 3.3 \text{ km}^2$ (Kernel 50%)로 나타났다. 포육중인 암컷의 경우 행동권이 $9.2 \pm 1.3 \text{ km}^2$ (MCP 100%)로 축소되며, 잠자리가 고정되는 것으로 나타났다. 복원사업 중인 반달가슴곰을 제외하면 담비는 우리나라에서 서식하는 육상 포유류 중 가장 큰 행동권을 가지며, 동남아의 열대지역 담비 개체군보다 5배 이상의 행동권을 형성하고 있었다. 임상별 서식지 선호도에서 담비는 활엽수림을 선호하며, 산림조건별 선호도에서는 4영급, 3경급, 수관밀도 3등급을 선호하는 것으로 나타났다. 지리산 지역에서 담비의 서식밀도는 10 km^2 당 1.0-1.6마리로 나타났으며, 무리구성은 평균 1.45 ± 0.32 (1-6)마리로 시기별로 유동적이며 개체 간 배타성이 적은 사회구조를 이루고 있는 것으로 파악되었다.

담비의 하루 이동거리는 평균 $11.2 \pm 5.4 \text{ km}^2$ 이며, 09시부터 18시까지의 이동이 전체의 $85.2 \pm 21.3\%$ 에 이르는 전형적인 주행성 동물로 나타났다. 겨울철에는 산림가장자리의 관목지대에서 집단으로 먹이사냥을 하며, 배설은 능선에 먹이활동은 계곡과 사면에서 이루어지는 경향이 있었다. 행동권 내 2차선 빈번하게 도로를 횡단하며, 로드킬 사례의 84%는 산림관통도로에서 발생하였다. 도로구조물과 생태통로의 이용에 있어서 모든 규격의 구조물을 이용하는 것으로 밝혀져, 담비를 목표로 하는 생태통로 설계 및 계획 시 규격 조건보다는 적절한 위치선정이 중요하다.

지리산 일대에서 952개의 담비 배설물을 수집하여 분석한 결과 상대 출현빈도에서 식물성이 42.3, 포유류 29.8, 조류 11.3, 곤충류 8.2를 차지하였으며, 바이오매스 비율에서 식물성이 57.3, 포유류 20.4, 꿀 6.7, 조류 6.0로 나타났다. 식물성 먹이는 다래, 버찌, 고욤, 감, 으름 등 과즙이 많은 과일로서 담비가 단맛이 나는 열매를 주로 섭식하는 것으로 나타

났다. 포유류 먹이에서 출현빈도는 청설모가 가장 높게 나타났으나, 바이오매스 비율은 멧돼지, 고라니, 노루와 같은 우제목이 가장 높은 비율을 차지하였다. 곤충류 먹이는 땅벌과 말벌이 85%로 주를 이루었으며, 꿀은 봄철과 여름철에 각각 16%, 22%를 차지하였다. 담비 식이물은 계절별로 유의한 차이를 나타냈으며($p<0.001$), 가을에는 식물성, 봄철에는 포유류에 대한 먹이 의존도가 높았다($p<0.001$). 담비 먹이 종의 다양성 지수와 지위폭은 봄철에 가장 높았고, 다래나 고욤 등 식물성 먹이에 집중되는 가을철에 가장 낮게 나타났다. 따라서 담비는 다양한 먹이를 먹는 잡식성으로 계절에 따라 유동적인 식이습성을 가지고 있었다. 미끼추적 결과 담비의 종자분산거리는 수평거리로 최대 5.5km, 수직적으로 645m에 이르는 것으로 나타나 담비가 종자산포자로서 중요한 역할을 함을 파악하였다.

생태적 특이성으로 우리나라에 서식하는 담비는 전 세계 담비속 8종 가운데 유일하게 주행성이며, 무리생활을 하여 중대형 우제목을 집단 사냥하는 특징이 있었다. 또한 가장 큰 행동권과 먼 이동거리를 가지며, 먹이에서 식물성 열매가 차지하는 비율이 가장 높았다. 보전적 측면에서 담비는 넓은 행동권과 먼 이동거리로 인한 서식지 단절에 취약하고, 다양한 먹이원 섭취와 계절적 변화로 인한 먹이사슬 고유의 지위를 가지며, 우제목을 제어하는 최상위포식자 및 식물 종자산포자의 역할을 하므로 산림생태계의 보전 전략에 목표종으로서 가치가 큰 종으로 판단된다.

담비 개체군 위협요인은 서식지 요구도가 높아 서식지 파편화에 취약하고, 주행성 동물로 인간 출입에 영향을 많이 받으며, 긴 이동거리로 밀렵과 로드킬에 취약하다는 점을 들 수 있다. 담비 서식지 보전을 위해서는 숲 구조와 수종의 다양성을 높이는 노력이 필요하며, 서식지의 개발로 인한 훼손이나 교란이 발생할 경우에는 겨울철 유용한 먹이가 되는 고욤이나 감나무와 같은 과실수를 식재하는 저감 방안이 필요하다. 한편 담비는 주행성 동물이므로 담비가 서식하는 국립공원의 경우에는 배설물이 많이 발견되는 일부 등산로의 출입제한이 필요하며, 이

때 자연휴식년제와 같은 순환제 보다는 일부구간이라도 영구적으로 폐쇄하는 것이 야생동물의 서식지를 보다 안정적으로 관리하는데 도움이 될 것이다.

주요어 : 담비, 행동권, 서식지이용, 먹이습성, 생태지위, 보전방안
학 번 : 2010-31253

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경 및 목적	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	3
제 2 절 연구사	4
1. 담비속(<i>Martes</i>)의 분류와 보전방안	4
2. 담비(<i>Martes flavigula</i>) 생태	10
제 2 장 범위와 방법	16
제 1 절 연구 범위	16
1. 연구 대상지	16
2. 연구내용	17
2. 연구기간	18
제 2 절 연구 방법	19
1. 서식지 특성	19
2. 먹이습성	23
3. 보전방안	27
제 3 장 결과 및 고찰	32
제 1 절 서식지 특성	32
1. 행동권	32
2. 서식지 이용	44
3. 무리구성과 서식밀도	48
제 2 절 이동특성	53

1. 겨울철 이동특성	53
2. 도로횡단 및 생태통로 이용	65
3. 분산특성	71
제 3 절 먹이습성	74
1. 먹이구성	74
2. 종자산포능력	85
제 4 절 보전적 함의	91
1. 담비의 보전적 가치	91
2. 보전요소 도출과 개체군 위협요인	104
3. 생태축 단절에 의해 고립된 개체군의 보전방안	107
 제 5 장 결 론	 112
 ■ 인용문헌	 116
 ■ 부 록	 132

제 1 장 서 론

제 1 절 배경 및 목적

1. 연구의 배경

포유류 식육목(Order Carnivora)은 전 세계적으로 245종이 분포하며 다양한 서식지 유형에 걸쳐 서식한다(Hunter, 2011). 일반적으로 육식동물로 불리는 식육목은 고유의 카리스마와 상징성으로 인해 대중적인 인지도가 높아 깃대종으로 활용된다(Caro 2012). 이러한 중대형 식육목은 생태계를 유지하는 중요한 역할을 한다(Estes et al., 2011). 특히 초식동물 뿐 아니라 중간 포식자도 제어하여, 먹이사슬 전반에 복합적인 영향을 미친다(Ripple et al., 2014). 한편 식육목은 최상위 포식자로 서식밀도가 낮고, 번식주기가 길며, 넓은 행동권과 긴 이동거리를 가지고 있어 서식지의 파괴와 단절에 따른 국지적 멸종에 취약하며(Noss et al. 1996; Woodroffe & Ginsberg 1998), 서식환경 변화에 민감하다(Noss et al 1996). 따라서 전체 생태계를 대표할 수 있는 식육목은 서식지 교란의 저감방안 제시와 서식지 보전 계획의 정책적 적용에 유용한 척도 및 목표종으로서 가치가 크다(Soule & Terborgh 1999). 현재 전 세계적으로 식육목의 많은 종들이 멸종위기에 놓여 있으며(Ripple et al., 2014), 특히 지난 두세기 동안 많은 식육목의 개체군이 감소하였고, 지리적 서식 범위가 축소되고 서식지의 파편화가 이루어졌다(Ceballos and Ehrlich, 2002).

우리나라의 경우에도 지난 한 세기 동안 중대형 식육목인 호랑이(*Panthera tigris*), 표범(*Panthera pardus*), 늑대(*Canis lupus*), 여우(*Vulpes vulpes*)가 사라졌다. 정부는 이들 종을 멸종위기 I 급 동물로 지정하여 공식적인 멸종 선언을 하지 않은 상태이지만, 실질적인 서식확인이 50년 동안 이루어지지 않아 이들 중대형 식육목의 생태적 기능은 잃어버린 상황이다. 현재 우리나라에 남아있는 식육목에는 삵, 담비, 너구리, 수달, 족제비 등이 있으며, 호랑이, 표범과 같은 대형 식육목의 복원은

현실적으로 어려운 상황이다(한국환경정책평가연구원, 2010). 따라서 우리 국토 현실에서 야생동물을 중심으로 하는 생태계 복원을 보다 효율적으로 추진하기 위해서는 남아있는 식육목 중 적합한 목표종을 발굴하는 노력이 필요하다. 이에 전국적으로 분포하고 있음에도 개체군 및 서식지 복원의 효과가 커서 다른 야생동물을 함께 보전하는데 효과가 큰 목표종의 선정과 해당 종의 보전대책 수립이 요구된다.

식육목 중에서도 담비속(*Martes*) 종들은 구조가 복잡하고 천이 후기 상태인 산림을 선호하며, 높은 에너지대사율을 가져 넓은 서식면적을 필요로 하므로 산림생태계 건강성의 지표종이자, 생태축 보전의 우산종으로서의 가치를 인정받고 있다(Harrison et al., 2004). 북미대륙의 Fisher(*Martes pennanti*)와 American marten(*Martes americana*)의 경우 시에라네바다 산림생태계의 지표종이며 서식지 보전계획에 활용되고 있다(Kirk and Zielinski 2009). 또한 유럽의 Pine marten(*Martes martes*)은 2차 세계대전 이후 산림생태계복원의 상징으로 자리 잡았다(Zalewski and Jedrzejewski 2006). 전 세계적으로 담비속에 7종의 담비가 있으며, 우리나라에 서식하는 담비(*Martes flavigula*)는 히말라야와 한반도, 말레이반도와 순다열도 및 타이완 등지에 분포하는 종으로(Zhou et al., 2011), 담비는 백두대간을 중심으로 한 한반도 산림지역에 넓게 분포하는 것으로 알려져 있다(환경부 2010). 따라서 대형 식육목이 멸종한 우리나라 상황에서 생태축 및 서식지 복원에 있어 보전 가치가 클 것으로 예상되는 담비의 연구와 이를 통한 서식지 보전방안 제시가 필요하다.

현재 담비는 환경부 지정 멸종위기야생동식물Ⅱ급이며, CITES 부속서 Ⅲ에 속해 있으나 생태적 특성에 대한 기초자료가 부족하여 실제적인 보전대책 수립에 한계가 있다. 환경부는 2011년 6월 16일 고시를 통해 기존 멸종위기Ⅱ급 포유류였던 삵, 하늘다람쥐, 쇠족제비를 멸종위기 해제 후보종으로 지정하였다(환경부 2011). 따라서 이들 포유류 3종이 향후 멸종위기종에서 제외된다면, 담비는 전국 단위 분포하는 포유류 중 유일한 산림성 멸종위기종으로 남게 된다. 따라서 담비는 향후 산림지역을 대상으로 하는 환경영향평가, 생태자연도 등급 조정에 있어 거의 유일한 검토 대상

포유류가 된다. 그러나 국내 담비 생태연구는 부족한 상황으로, 담비의 생태적 특성, 조사기법, 서식지 보전방법에 대한 파악이 필요한 시점이다.

야생동물의 개체군과 서식지 보전에 있어서 가장 기본적인 것은 해당 종의 서식지 요구조건과 식이습성을 파악하는 것으로(Morrison et al., 2006), 해당종이 선호하는 서식지와 필요로 하는 면적, 식이습성에 따른 개체군과 서식지의 맞춤형 보전전략이 필요하다.

2. 연구의 목적

본 연구는 원격무선추적, 눈 위 발자국 추적, 식이물 조사를 통해 알려지지 않은 담비의 생태특성을 파악하고, 이를 바탕으로 보전요소와 위협요인을 도출하여 보전방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 세부사항은 아래와 같이 설정하였다.

첫째, 현장조사를 통해 담비의 생태특성을 파악한다. 알려지지 않은 담비의 행동권, 이동특성, 먹이습성을 파악하여 담비의 서식지 요구조건과 생태계 지위를 분석한다.

둘째, 담비의 생태특성을 바탕으로 담비의 보전 가치를 파악한다. 이를 위해 담비의 서식지 요구조건과 생태계 지위를 다른 종과 비교, 분석하여 산림 생태계 경관종으로서의 담비 보전 가치를 파악한다.

셋째, 담비의 생태적 특성과 보전 가치를 바탕으로 개체군 위협요인과 보전적 함의를 끌어내고자 한다.

제 2절 연구사

1. 담비속(*Martes*)의 분류와 보전방안

1) 담비속(*Martes*)의 분류

담비속(genes *Martes*)은 식육목(order Carnivora), 족제비과(family Mustelidae)에 속한다. 담비속(genes *Martes*)에는 9종이 있으며, 8종의 marten과 fisher로 구성된다(Table 1). 최근에 들어서는 북미에 서식하는 fisher(*Martes pennanti*)의 경우, 형태적 유전적으로 차이가 있어 *Martes* 속에서 분리시키자는 의견이 우세하다(Abury et al., 2012).

American marten(*M. americana*)은 북미에 서식하며, Pine marten(*M. martes*)과 Stone marten(*M. foina*)는 유럽과 중앙아시아에, Sable(*M. zibellina*)는 시베리아와 동북아시아에, Japanese marten(*M. melampus*)는 일본에, Nigiri marten(*M. gwatkinsii*)은 인도 서부에 서식한다. stone marten을 제외하고 지리적 분포 범위내의 복잡한 천이 후기 단계의 산림에서 서식한다(Buskirk et al., 1994). 담비속은 종별로 털색깔이나 외형적 차이가 뚜렷하여 쉽게 동정된다(Table 2.).

담비속은 고위도에 서식하지만 표면 체적이 크며, 단위 체적당 에너지 대사율이 높다(Harrison et al., 2007). 기존에 담비속은 노령림과 원시림을 선호하는 것으로 알려졌으나(Buskirk et al., 1994), 최근 연구에 따르면 다양한 임상과 천이단계에 걸쳐 서식하는 것으로 밝혀졌다(Abury et al., 2012). 특히 수직적 수평적으로 복잡한 은신처 cover를 필요로 하며, 풍부한 먹이조건이 서식에 중요한 요소이다(Taylor and Buskirk 1994). 또한 단위 무게 당 여타 다른 포유류보다 가장 큰 행동권을 가지고 있다. 서식지 요구조건이 큰 이러한 특징으로 서식지 교란에 민감하며 특히 숲 구조의 단순화와 서식지 파편화에 영향을 받으므로 건강한 산림생태계의 지표종이자 우산종으로서의 역할을 한다(Harrison et al., 2007). 연구가 많이 진행된 American marten과 pine marten의 경우 밝혀진 생태 특성을 바탕으로 개발행위에 의한 교란 저감 방안과 서식지 보전 성공 사례가 나오고 있다(Payer and Harrison

2010). 북미와 유럽에 서식하는 종과 달리 우리나라에 서식하는 담비종의 경우 연구가 부족하여 생태적 특성이 밝혀지지 않았으며, 일본 담비와 더불어 가장 연구가 시급한 종이다(Harrison et al., 2004). 논문검색 엔진인 Scopus에서 담비속 종들의 학명을 키워드로 연구 자료를 검색한 결과(2014년 6월 현재) Pine marten과 Fisher는 각각 2825건, 1657건에 달했지만 담비의 경우 17건이 검색되어 종별 연구격차가 큰 것으로 나타났다(Fig. 1).

Table 1. Taxonomy of extant species in the genera *Martes* based on Wilson and Reeder(2005) and Nowak(1999)

Genus	Subgenus	Scientific name	Common name	Geographic distribution
<i>Martes</i>	<i>Pekania</i>	<i>M. pennanti</i>	fisher	Northern North America
	<i>Charronia</i>	<i>M. flavigula</i>	yellow-throated marten	Far East, southeast Asia
		<i>M. gwatkinsii</i>	Nilgiri marten	South India (Western Ghats mountatins)
	<i>Martes</i>	<i>M. martes</i>	Eurasian pine marten	Eurasia
		<i>M. foina</i>	stone marten	Europe, Middle East, south Asia
		<i>M. melampus</i>	Japanese marten	Japan
		<i>M. americana</i>	American marten	Northern North America
		<i>M. zibellina</i>	sable	Northern Asia, Far East

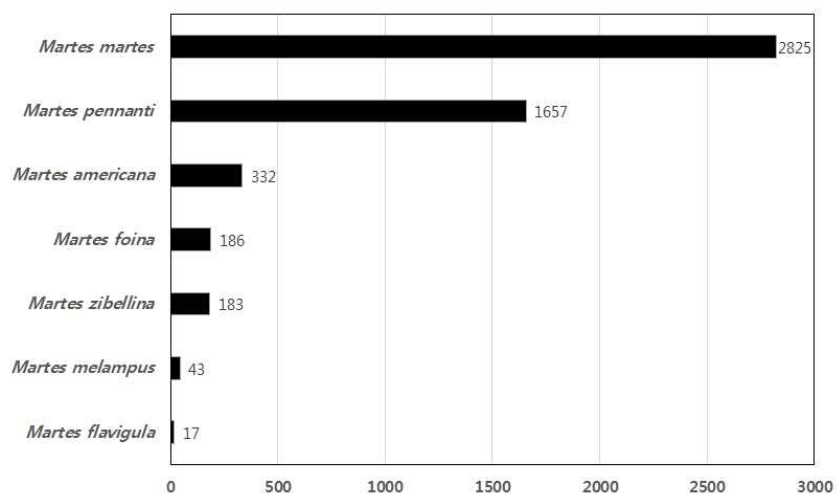


Fig. 1. Research paper number of Genus *Martes* (Searching by scopus on Jun.2014)

Table 2. Species and data used for the coloration analysis of Genus *Martes*

	<i>Martes americana</i>	<i>Martes flavigula</i>	<i>Martes foina</i>	<i>Manrtes melampus</i>	<i>Martes pennanti</i>	<i>Martes zibellina</i>
Fur color	variable dark	medium	variable dark	medium	dark	variable dark
Body	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform
Undersides	light	uniform	uniform	uniform	light	light
Face	lighter	darker	uniform	uniform	uniform	uniform
Eye contour	light ring	uniform	uniform	light above	light ring	light ring
Below eyes	dark patch	uniform	uniform	dark patch	uniform	uniform
Facial stripes	none	none	none	none	none	none
Back of ears	darker	white rim	uniform	uniform	white rim	uniform
Throat and neck	lighter	white	chest mark	chest mark	uniform	chest mark
Tail	dark	dark	uniform	uniform	dark	uniform
Tail up	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform	uniform

Table 3. Species and data used for the behavioral/ecological analysis of Genus *Martes*

	<i>Martes americana</i>	<i>Martes flavigula</i>	<i>Martes foina</i>	<i>Manrtes melampus</i>	<i>Martes pennanti</i>	<i>Martes zibellina</i>
Social behavior	solitary	variable group	solitary	solitary	solitary	solitary
Activity	noct. and crep.	diurnal	anytime	anytime	anytime	anytime
Locomotion	T and A	T and A	T but climb	T and A	T but climb	T but climb
Temperate forest	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Tropical forest	no	yes	no	no	no	no
Grassland	no	no	yes	no	no	no
Arctic	no	no	no	no	no	no
Riparian	no	no	no	no	no	no
Desert	no	no	no	no	no	no
Noxious anal secretion	no	no	no	no	no	no

2) 보전방안

담비속(*Genus Martes*)의 생태특성 연구를 통한 보전방안 제시는 주로 북미에 서식하는 American marten과 fisher를 대상으로 집중적으로 이루어졌다. 서식지에 대한 평가와 생태특성에 따른 서식지 및 개체군 관리의 가이드라인을 제시하였다(Table 4). American marten과 fisher는 노령림, 구조가 복잡한 숲 구조, 다양한 은신처가 존재하는 산림을 선호한다(Buskirk et al., 1994). 이들 종의 분포는 쓰러진 대경목의 나무 등결의 밀도와 양의 상관관계를 가지며, 인간 활동의 강도와는 음의 상관관계를 가지며 이와 같은 서식지 변수를 지수화하여 서식지 질을 평가하였다(Raphael et al., 2001).

이러한 생태적 특성을 바탕으로 U.S. Forest Services's 와 Bureau of Land Management가 주체가 되어 이들 종 서식지 관리 방안에 대한 가이드라인을 제시하였다(Wisdom et al., 2000; Raphael et al., 2001). 시에라네바다 지역에서는 American marten의 보금자리 굴 40ha 반경과 흉고직경이 61cm 이상인 침엽수가 ha당 5그루 이상 존재하여 충분한 나무동공 굴을 제공하는 서식지, 수관울폐도가 60% 이상, 수목잔존물이 ha당 22톤이상, ha당 쓰러진 나무 등결 15개 이상 해당하는 서식지를 보전구역으로 설정하였다(U. S. Department of Agriculture 2010).

알래스카에서는 평균 흉고직경 93cm 이상이거나, 68%의 수목이 흉고직경 61cm 이상인 산림을 American marten의 적합한 서식지로 규정하여 보호하였다(U.S. Department of Agriculture 2008).

Table 4 *Martes* habitat assessment and conservation guidelines

Species	Location and size of assessment area	Salient features of the assessment pertaining to <i>Martes</i>	Source
<i>M. Zibellina</i>	Greater Ussuri River watershed, Far East Russia and northwest China	Included with a set of other regionally rare or endemic wildlife species, economically valuable plants,	ESD 1996; Marcot et al., 1997
<i>M. americana</i> <i>M. pennanti</i>	Interior Columbia River Basin, USA	Included in wildlife-habitat databases; analyzed using bayesian network models to determine degree of habitat reduction from historical condition; Guidelines specified for old-forest source habitat including snags and large trees to also benefit a suite of associated wildlife species	Wisdom et al., 2000; Raphael et al., 2001
<i>M. americana</i> <i>M. pennanti</i>	Sierra Nevada, USA	Identified for high-priority adaptive-management studies, along with 4 other focal wildlife species associated with old-forest ecosystems of conservation interest; guidelines for habitat conservation, den site protection and habitat fragmentation	U.S. Department of Agriculture 2010
<i>M. americana</i> <i>M. pennanti</i>	Pacific Northwest, USA	Included in databases and habitat assessments, and for guidelines, on late-successional forest reserves, riparian reserves, and habitat connectivity among reserves; viability status determined by expert panel	Forest Ecosystem Management Assessment Team 1993; U.S. Department of Agriculture and Interior 1994
<i>M. americana</i> <i>M. pennanti</i>	Southeast Alaska	Part of interagency, viability assessment, with guidelines for a network of old-forest reserves and specific protection measures for den and resting sites and beach fringe forest habitat	Suring et al., 1993; U.S. Department of Agriculture 2008

2. 담비(*Martes flavigula*)의 생태

(1) 국외자료

담비(*Martes flavigula* Boddaert, 1785)는 족제비과의 중형 식육목으로 몸은 오렌지색, 노란색, 검은 갈색의 털 그리고 목 부분은 옅은 크림색의 털을 지니고 있다. *Martes flavigula* 는 큰 몸 크기와 긴 다리와 꼬리, 덩수룩하지 않은 꼬리에 의해 *Martes foina* 와 구분된다. 작고 둥근 귀는 평평한 두개골과 같은 높이 상에 위치한다. 노출된 발볼과 날카로운 발톱을 가지고 있다. 몸길이는 400-600mm, 꼬리길이는 380-430mm이며, 성체의 몸무게는 3.4kg에 이른다(Hussain, S.A 2009). 꼬리길이가 전체 몸길이의 60-75%를 차지한다.

우리나라에 서식하는 담비(*Martes flavigula* Boddaert, 1785)는 동남아시아와 순다열도, 한반도 및 연해주에 분포한다(Fig. 2). 서식이 확인된 국가로는 중국, 인도, 인도네시아(수마트라, 자바, 보르네오섬), 대한민국, 북한, 파키스탄, 러시아, 타이완, 베트남(Wozencraft 2005; Le Xuan Canh et al. 1997), 라오스(Duckworth 1997), 태국(Grassman et al. 2005), 미얀마(Than Zaw et al. in press), 말레이시아(Azlan 2003), 캄보디아(J. L. Walston pers. comm.), 싱가포르(Meiri 2005) 에서 서식이 확인되었다. 저지대에서부터 해발3,000m에까지 분포한다(Lekagul and McNeely 1977, Duckworth 1995).

IUCN Red list에서는 분포 범위가 넓고, 안정된 개체군 크기가 유지되고 있다고 판단되어 최소관심필요종(Least Concern)으로 분류되어 있다. 한편 대만과 자바와 같은 섬지역의 일부 개체군은 멸종위기에 놓여 있으며, 우리나라의 경우 환경부 멸종위기야생동물 II급으로 지정되어 있다.

담비의 개체군 크기에 대한 평가와 연구는 적으며, 태국 Phu Khieo Wildlife Sanctuary에서 1998년에서 2002년 사이에 조사된 바로 40개체가 확인되었으며(Grassman et al., 2005), 러시아 시호테알린스키 보호구에서는 100km²당 1-5마리의 서식밀도를 나타내는 것으로 보고되었다

(Matyushkin 1993). 극동러시아에 서식하는 담비는 가문비나무와 활엽수림이 섞여있는 만주형의 혼효림을 선호하는 반면 타이가의 침엽수 단순림이나 고지대의 참나무림에서는 잘 발견되지 않는다(Matyushkin 1993). 미얀마나 태국에서는 열대산림과 산림가장자리의 넓은 고도분포에서 발견되었다(Duckworth et al. 1999, Lekagul and McNeely 1977). 오래된 산림의 내부 지역을 선호하지만, 이차림에서도 발견되기도 한다(Azlan 2003). 히말라야에서는 해발 1220~2745m 사이의 온대림 지역에서 주로 서식하며, 수목한계선 이상에서는 서식이 확인되지 않았다(Prater 1971).

대체적으로 주행성이나 보름달 뜨는 전후 7일간은 야간활동이 증가한다(Duckworth 1997, Grassman et al. 2005, Parr and Duckworth 2007). 2-3마리가 무리를 이루어 활동하며, 드물게는 5-7마리가 무리를 이루기도 한다. 러시아 극동지방에서는 담비가 무리를 이루어 사향노루를 사냥하기도 한다(Matyushkin 1993). 열대 지역에서도 단독활동보다는 작은 무리를 지어 활동한다(Parr and Duckworth, 2007). 큰 나무 구멍이나 큰 나뭇가지에서 휴식을 취한다. 다람쥐, 조류, 뱀, 도마뱀, 곤충, 알, 개구리, 열매 뿐 아니라 꿀과 벌도 먹으며(Lekagul and McNeely 1977), 먹이의 종류가 다양하다(Parr and Duckworth 2007). 태국에서의 담비 평균 행동권은 7.2km²이며 개체간 평균 34%의 행동권이 중복되었다(Grassman et al. 2005). 한 배 새끼 수는 최대 5마리에까지 이르며 임신기간은 220-290일이며 최대 수명이 14년에 이른다(Lekagul and McNeely 1977).

미얀마에서는 Wildlife Act of 1994(Su Su 2005), 말레이시아에서는 Wildlife Protection Act of 1972(WPA 1972, Azlan, 2003). 인도 개체군은 CITES Appendix III에 포함되어있고, 중국에서는 Wildlife Protection Law(1988) Category II에 속해있으며 China Red List의 멸종위기종으로 지정되어 있다(Wang and Xie, 2004).



Fig. 2 Distribution of *martes flavigula* (www.iucnredlist.org)

(2) 국내자료

① 생물학적 자료

한반도에는 검은담비(Sable, *Martes zibellina*), 담비(Yellow-throated marten, *Martes flavigula*), 산달(Japanese marten, *Martes melampus*) 3종이 분포하는 것으로 알려져 있다(오창영 1996). 검은담비는 북한 양강도와 함경도 일대에 분포하며 이 지역이 분포의 남방한계에 해당된다(IUCN 2008). 산달의 경우 현재 한반도에서 서식이 확인되지 않고 있으며 과거 천안에서 채집 기록이 있으나(원홍구, 1965), 확증 표본이 없어 과거 개체군이 존재하다 멸종되었는지는 명확하지 않다. 따라서 담비속의 이들 3종 중 현재 남한 내에서 서식이 확인되는 종은 담비 1종이다.

과거 담비를 대륙목도리담비(*M.f.aterrima*)와 노랑목도리담비의 2아종(*M.f.koreana*)으로 분류하였으며(원홍구, 1965), 전자는 한국북부, 만주, 시베리아에 걸쳐 분포하고 꼬리길이가 몸길이의 1/3이며 털이 짧고 거친 반면 후자는 한국중부에 분포하고 꼬리길이가 2/3이고 털이 길고

다소 부드러운 것으로 형태적 차이를 규정하였다(오창영 1996). 그러나 이러한 차이점은 개체변이에 불과할 가능성이 크며, 현재 담비 1종 (*Martes flavigula*)으로 정리되어있다(생물자원관 2013). 평양동물원 표본의 측정 자료에 의하면 담비의 치식은 i 3/3, c 1/1, p 4/4, m 1/2=38이며, 몸길이 450~600mm, 꼬리 길이 480mm, 귀 길이 38~40mm, 몸무게는 3000~4000g까지이다(원홍구 1965).

담비는 아열대부터 아한대 지역까지 국제적으로 넓은 분포권을 가지고 있으나 담비 생태와 행동에 대한 연구는 *Martes*속의 다른 종에 비해 부족하며(Grassman et al., 2005), 최근 유전자 연구에 따르면 담비가 다른 *Martes*속과 유전적 거리가 큰 것으로 나타나(Sato et al., 2012) 담비의 생태와 행동에 대한 연구가 더욱 요구된다.

2000년대 이후 열대와 아열대 지역 담비 개체군에 대하여 태국에서의 서식지 이용연구(Grassman et al., 2005), 중국 남부에서의 종자산포자 역할 연구(Zhou et al., 2008) 및 식이물 연구(Zhou et al., 2011)가 진행되었으나 한반도에 서식하는 온대 지역 개체군에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 다만 담비 개체군이 11만 년 전에 중국 대륙 개체군과 분리되었고, 대만과 러시아 담비 개체군이 유전적으로 유사하다는 점을 감안할 때 (Hosoda et al., 2011), 한반도 담비 개체군은 플라이스토세에 분화되었으며, LGM 이후 서해의 해수면 상승으로 격리된 것으로 판단된다. 따라서 담비속 중 연구가 부족한 담비, 특히 온대 산림에 서식하는 한반도 담비 개체군에 대한 연구가 필요하다. 담비는 멸종위기Ⅱ급 동물로 지정되어 있으나, 국내에서 생태 연구가 미진하여 보호대책을 세우기 어려운 상황에 있다.

② 인문학적 자료

담비라는 국명의 어원은 때로 몰려들어 공격하는 ‘덤벼들’이라는 말샘에서 비롯하여 덤비-담비로 바뀌었다(정호완, 2009). 지역에 따라서는 담부, 담보, 담뿌 등으로 불리기도 한다. 담비 관련 구전되는 말로 “범 잡아먹는 담비가 있다”, “담부떼가 호랑이한테 달려들어 혼을 쏙 빼놓

고는 똥구녕으로 기어들어가 파먹는다” “문디 담뽀뽀처럼 몰려 다닌다” 등이 있다.

공식적인 기록물에서 담비의 최초 출현은 신석기와 청동기 사이에 만들어진 울산 반구대암각화이다. 해당 암각화 문양은 과거 문헌에서 늑대 혹은 여우로 분류되었으나(이하우 2007), 최근 담비로 재동정 되었으며(신동원 2011) 몸통과 꼬리 비율이 1:1.2인 전형적인 담비 체형과 유사하여 담비로 판단된다. 신석기인들은 정확하게 담비의 외형적 특징을 인지하고 있었다.

고문헌에는 담비 초(貂)가 다수 등장한다. 唐書, 삼국지 위지 동이전 등의 고문헌에는 부여, 발해의 특산품으로 貂皮가 등장한다. 다산의 저서 목민심서 공전육조장에는 다음과 같은 구절이 있다. “고을 아전들이 세금이란 명목으로 백성들에게 산삼이며 담비 모피를 착취한다. 초피와 산삼은 우리나라의 귀중한 산물이다. 남북사, 한서 낙랑, 현토, 고구려, 발해의 산물을 말할 때는 모두 담비 털가죽과 산삼을 첫 번째로 꼽았다” 한편 담비 가죽은 왕실 전용품으로 인식되었으며, 조선시대에는 정 3품 이상의 벼슬직인 당상관만 사용할 수 있었다(세종실록 권50, 12년 10월23일). 효종이 송시열에게 하사했다고 하는 貂裘 역시 담비가죽으로 만든 외투이다. 이상 고문헌에 등장하는 담비 가죽은 담비 분포로 볼 때 검은담비(*Martes zibellina*)의 것으로 추정된다. 검은담비는 유라시아대륙 아한대 지역에 넓게 분포하여 추운 겨울에 적응하여 촘촘하고 부드러우며 광택 있는 가죽을 가지고 있어 주요한 모피 자원이며(Monakhov 2011), 과거 활발한 교역이 이루어져 중앙아시아로 향하는 “담비길”이 존재할 만큼 명성이 있었다(김순남 2011; 김은술 2010). 반면 현재 우리나라에 서식하는 담비는 열대와 온대에 걸쳐 서식하는 종으로 털이 짧고 성겨서 모피로서의 질이 좋지 않아 낮은 등급을 받았으며(표준국어대사전 1999), 직접적인 모피 사냥 동물이 아니었다.

드물게 담비의 출현 소식은 언론에 보도되었다. 1964년에 강원도 영월에서 몸길이 80cm 개체가 생포되어 창경원 동물원에 기증되었고(1964년 12월 10일자 동아일보), 1977년에는 광릉숲에 서식하는 크낙새

가 담비에게 포식되었다(1977년 3월 14일자 동아일보). 1979년에 전남 해남 두륜산에서 포획 기록이 있으며, 1998년에는 경기도 포천 한탄강 변에서 수컷 개체가 생포되었다(1998년 7월 5일자 경향신문). 이와 같이 담비는 발견하기 어렵고 생태적 특성이 밝혀지지 않은 동물로 출현 자체로 대중적 관심을 끌었다.

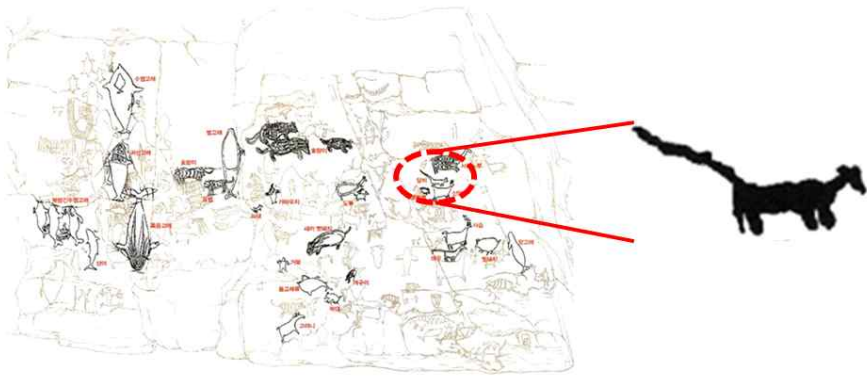


Fig. 3 Petroglyphs of *martes flavigula* (Lee 2001)

제 2장 범위와 방법

제1절 연구범위

1. 연구대상지

담비는 전남 일대의 남부지방에서부터 민통선 일대까지 전국적으로 분포하며 특히 백두대간을 중심으로 울창한 산림에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다(환경부, 2010). 따라서 담비의 이동 및 생태적 특성을 연구하기 위한 대상지는 국립공원과 백두대간보호구역으로 지정되어 서식지 보존 상태가 양호하고, 기존 조사에 의해 담비 서식이 확인된(국립공원관리공단 2011) 백두대간 남부에 자리하는 지리산국립공원과 중부에 위치하는 속리산국립공원 내외부의 산림공간으로 설정하였다.

지리산국립공원은 백두대간에 위치해 있으며 1967년 12월 29일 우리나라 최초의 국립공원으로 지정되었으며, 3개도(경상남도, 전라남·북도), 1개시, 4개군, 15개 읍·면의 행정구역이 속해 있으며, 그 면적이 471.758 km²로서 20개 국립공원 중 가장 넓은 면적의 산악형 국립공원이다. 지리산국립공원에는 너구리, 족제비, 담비, 오소리, 수달, 삥, 고양이, 멧돼지, 노루, 고라니, 두더지, 멧토끼, 청설모, 다람쥐, 하늘다람쥐, 등줄쥐, 고슴도치, 땃쥐, 흰넓적다리붉은쥐로 총 5목 11과 20종의 포유류가 서식하고 있다(국립공원관리공단 2012).

속리산은 태백산맥에서 남서방향으로 뻗어 나오는 소백산맥 줄기 가운데 위치하고 있으며, 남북으로 백두대간이 지나고 있을 뿐만 아니라 천왕봉에서 한남금북 정맥이 분기하고 있으며, 행정구역상으로 충북 보은군, 괴산군, 경북 상주시의 경계에 있는 산이다. 해발 1057m인 속리산은 화강암을 기반으로 변성퇴적암이 섞여 있어 화강암 부분은 날카롭게 솟아오르고 변성퇴적암 부분은 깊게 패여 높고 깊은 봉우리와 계곡을 형성하고 있으며, 1,055종의 식물과 까막딱다구리(천연기념물 제242호), 하늘다람쥐(천연기념물 제328호) 등 희귀 동물을 포함하여 1,831종의 동물이 서식하고 있다(국립공원관리공단 2011).

담비의 분포 현황과 고립된 담비서식지의 파악 및 생태축 복원 방안 연구는 우리나라 전 국토를 대상으로 하였다.

2. 연구내용

본 연구는 원격무선추적, 눈 위 발자국 추적, 식이물 조사를 통해 알려지지 않은 담비의 생태특성을 파악하고, 이를 바탕으로 보전요소와 위협요인을 도출하여 보전방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 주요 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 현장조사를 통해 담비의 생태적 특성에 대해 조사하였다.

원격무선추적을 통해 담비의 행동권과 서식지 이용, 활동시간을 파악하였다. 계절과 번식유무에 따른 행동권과 서식지 이용의 변화, 활동시간 변화 등을 분석하였다.

눈 위 발자국 추적을 통해 담비의 겨울철 행동 및 이동특성을 파악하였다. 지형과 임상조건에 따른 서식지 이용과 도로횡단유형을 확인하였다.

담비 서식지에 무인센서카메라를 설치하여 담비의 무리크기와 활동시간을 파악하였다.

담비 배설물과 위내용물을 수집하여 담비 식이습성을 파악하였다. 계절별 주요 먹이자원의 변화와 먹이 범위의 변화를 분석하였다.

둘째, 현장 조사를 통해 밝혀진 결과를 바탕으로 목표종으로서 담비의 가치를 파악하였다. 서식지 요구조건, 생태계에서의 기능, 교란 민감성, 사회경제적 가치 등의 조건을 점수화하여 다른 후보종과의 비교를 통해 담비의 보전 가치를 분석하였다.

마지막으로 이러한 연구 결과를 바탕으로 담비의 서식지 요구조건, 생태적 지위, 이동특성, 개체군 위협요인 등을 파악하고 이를 토대로 서식지 및 개체군 보전요소를 도출하고 생태축, 생태통로 정책과 탐방객 관리정책, 유해마찰종 관리정책에 대한 시사점을 제시하였다.

연구과정	연구내용	연구방법
서론	○ 연구 배경 ○ 연구 목적	
이론적 고찰	○ 목표종 선정과 활용 ○ 담비속 생태	관련선행연구 및 문헌고찰
연구범위 및 방법	연구 범위 및 방법 담비생태 경관종 적합성 속리산, 지리산 파악 및 보전방안	내용 및 공간적 범위 수립
연구결과 및 고찰	담비의 생태적 특성	
	행동권, 서식지이용, 이동특성, 활동시간, 분산특성	무선추적
	먹이습성	식이물분석
	식물종자분산능력	미끼추적
	무리구성, 활동시간, 톨로이용	카메라트랩
	경관종 적합성 평가	
	서식지 요구조건	경관종 선정 모형
	생태계 지위	
	보전적 함의	
결론	○ 담비의 생태특성 파악 ○ 경관종 적합성 평가 ○ 보전적 함의	

Fig. 4. Process of study

3. 연구기간

2009년 6월부터 2012년 1월까지 담비 포획 작업을 실시하였으며, 원격무선추적은 2009년 6월부터 2012년 10월까지 진행하였다. 담비 배설물 수집은 2009년 4월부터 2013년 12월까지 매월 1회 이상 실시하였다. 무인센서카메라 모니터링은 생태통로의 경우 2012년 7월부터 2013년 6월까지, 담비 서식지 내에서는 2009년 10월부터 2014년 3월까지 실시하였다.

제2절 연구방법

1. 서식지 특성

1) 담비 포획 및 원격무선추적

원격무선추적 기법자료는 이동패턴, 행동권크기, 포식관계, 서식지선호도 그리고 사망률 등의 연구에 많이 사용되어 왔다(서창완, 2000). 대상지의 동물에 대한 행동권을 파악하기 위한 원격무선추적기법은 흔적조사방법보다 넓은 지역에서 오랜 기간 동안 동물의 상대적인 이용패턴을 파악하기 용이하다(Turkowski and Mech 1968; White and Garrot 1990). 원격무선추적기법은 동물관찰 기간과 영역을 넓혀주고 야간추적을 가능하게 하며 동물의 행동에 대한 관찰자의 영향을 줄여준다(Mech 1983). 담비 생태연구에 있어 원격무선추적은 태국에서 5개체에 대해 진행된바 있으며(Grassman et al., 2005), 국내에서는 본 연구를 통해 최초로 수행하였다.

담비의 포획과 마취, 발신기부착 및 방사 진행은 American Society of Mammalogists에서 제시한 가이드라인(Sikes et al., 2011)을 준수하였다. 담비의 포획을 위해 지리산 일대에 5개의 트랩을 설치하였으며, 트랩은 Tomahawk live trap(모델명: 109.5, Tomahawk Inc. USA)을 이용하였다. 포획을 위한 미끼는 건포도와 벌꿀을 섞어 이용하였다. 각 트랩별로 트랩발신기를 부착하여 트랩 작동 후 실시간으로 포획여부를 점검하였다. 포획된 개체는 현장에서 마취를 하여 체중, 체장 등의 기초측정을 하고, 목에 발신기를 부착하였으며 각성 후 방사하였다. 마취는 Ketamine 0.15 ml/kg과 Rompun 0.1 ml/kg를 혼합하여 사용하였고, 발신기는 VHF용 SMRC-3 발신기(Lotek Inc. Canada)와 GPS Collar Mini Track(Lotek Inc. Canada)를 사용하였다. Aldridge과 Brigham(1988)은 소형 포유류에게 발신기를 부착할 경우 발신기의 무게가 체중의 5%를 넘으면 해당 동물의 행동에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 밝혀낸 바 있다. 본 연구에서 담비에 사용된 발신기의 무게는 VHF용 45g, GPS Collar용 80g으로서 담비 체중의 1~3%에 해당하여 발신기에 의한 거부

감을 최소화 하였다.

구조된 개체에 대한 발신기 부착과 방사도 진행하였다. 충북 보은과 경북 영주에서 각각 울무와 창애에 걸려 구조된 담비 1개체씩과, 울산 시 언양읍에서 다리 골절로 구조된 1개체에 대하여 발신기 부착과 방사를 진행하였다.

따라서 2009년에서 2013년에 걸쳐 담비 총 9개체를 대상으로 원격무선추적을 실시하였다. 담비의 원격무선추적은 초단파(VHF, Very High Frequency) 방식(Mech and Barber 2002)으로 7개체, VHF와 GPS Collar를 동시에 이용한 좌표수신을 통한 2개체를 대상으로 이루어졌다.

초단파 무선추적은 매일 1회 이상 24~72시간 연속으로 다중삼각측량법을 이용하여 이루어졌다. VHF 안테나를 이용한 원격무선추적의 방법은 원거리에서 삼각측량방법을 응용한 방법과 발신기에서 나오는 전파의 각도를 계속 추적하여 해당 동물의 위치까지 찾아가는 방법으로 나뉜다(Mech and Barber, 2002). 삼각측량을 응용한 방법은 도로가 없거나 산악지대여서 연구자가 해당 동물이 위치한 곳까지 직접 찾아가기 어려운 경우에 많이 사용된다. 본 연구에서는 발신기가 부착된 담비의 무선추적을 위해 연구 대상지 내외부의 도로를 따라 차량 안테나로 해당 개체의 대략적인 위치를 파악한 후, 최대한 접근하여 차량에서 내려 3소자 안테나(ATS Inc. USA)를 이용하여 측량을 하였다. 측정지점은 GPS(60csx, Garmin Inc. USA)를 이용하여 좌표를 기록하였으며, 콤파스(Silva Inc. Sweden)로 측정한 수신각은 야장에 기록하였다. GPS Collar를 착용한 개체는 VHF 방식으로 위치확인 후 500m 이내로 접근하여 좌표를 다운받았다.

2) 행동권과 서식지 이용 분석

GPS Collar 수신을 통해 파악한 담비의 위치좌표는 Arc GIS 10.1(ESRI Inc. USA)를 이용하여 경위도 좌표계로 변환하여 국토지리정보원 발행 1:25,000 수치지도와 중첩하였다. 삼각측량법을 통한 수신위치와 수신각도는 Loas 2.0(ESS Inc. USA)를 통해 해당 담비개체의 위치

를 측정하였다. 행동권 분석은 추적된 위치 좌표들 중 가장 바깥에 위치한 점들을 연결시켜 만든 최소불러다각형(MCP, Minimum Convex Polygon, 100%, 95%, 50%)(Mohr, 1947)과 Fixed Kernel(95%, 50%)(Worton, 1989) 방법에 의해 이루어졌다. 핵심공간(Core area)은 Fixed Kernel Method 50%(Kauhala and Auttila, 2010)를 적용하였다. Kernel 밀도 추정량은 조화평균(Harmonic mean)보다 행동권 추정에 유리하며(Worton 1995), 가변 Kernel 추정량보다는 고정 Kernel 추정량이 오차가 적다(Seaman and Powell 1996). 또한 Kernel 추정량은 최소자승 교차검증(Least squares cross validation)을 선택하는 것이 최상의 결과를 도출한다(Seaman and Powell, 1996). 따라서 본 연구에서 Kernel 분석은 고정 Kernel 추정량과 최소자승 교차검증법을 선택하였다.

수치지도의 편집과 주제도 작성을 위해 Arc GIS 10.1(ESRI Inc. USA)을 사용하였으며, 행동권 크기와 이동궤적은 Biotas 2.0a(ESS Inc. USA) 및 ArcGIS 10.0용 Extension인 HRE(The Home Range Extension) 이용하여 측정하였다.

담비의 서식지 이용을 분석하기 위해 환경부에서 제공하는 중분류토지피복도를 이용하여 산림, 논, 밭, 개발지역, 수역의 6개의 서식지로 구분하였다. 이 중 산림지역은 산림청에서 제공하는 임상도를 이용하여 세부임상, 경급, 영급, 수간밀도를 재분류하여 분석하였다. 본 연구에서는 Johnson(1980)이 제시한 1~4 단계의 서식지 선택 과정을 따랐으며, 이 중 3단계 선택을 활용하였다. 3단계 선택 과정은 핵심서식지인 K50%와 MCP100%, 담비위치좌표와 MCP100%를 활용하였다.

$$D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

Jacobs Index에서 r 은 이용된 서식지의 비율이며, p 는 가용 서식지의 비율이다. D 값은 -1에서 +1 사이의 값을 가지며, +1에 가까울수록 선호하며, -1에 가까울수록 회피하고, 0에 가까울수록 서식지 가용 비율만큼 이용함을 의미한다.

3) 무인센서카메라

넓은 지역에 서식하는 야생동물의 연구는 많은 비용과 시간, 인력을 요구한다(Field et al., 2005; Gompper et al., 2006; Long et al., 2007). 이러한 어려움으로 인해, 시간과 비용을 절약할 수 있는 무인센서카메라 모니터링은 서식 중 조사, 종풍부도 연구, 서식지 보전 정책 실효성 평가 연구 등에 적용되고 있다(Balme et al., 2009; McCarthy et al., 2008). 또한 무인센서카메라 모니터링은 인간에 의한 야생동물 서식지에 대한 위협요인을 파악하는데도 이용된다(O'Brien et al., 2003; van Schaik and Griiffiths, 1996). 따라서 무인센서카메라 모니터링의 자료는 서식지 보전 계획의 설정과 평가 적용에 중요한 역할을 한다(O'brien et al., 2010; Wegge et al., 2004).

무인센서카메라 모니터링은 특히 야생동물의 직접 관찰조사와 간접적인 흔적조사가 어려운 상황에서 효과적인 연구 수단이 된다. 접근이 제한된 험준한 지형, 울창한 수림지역에 서식하는 야생동물과 야행성이거나 사람의 접근에 민감한 야생동물의 촬영에 유용하다(Larrucea et al., 2007; Maffei et al., 2004; McCarthy et al., 2008; Silver et al., 2004). 또한 1kg이상의 야생동물과 육상 포유류, 조류의 정확한 개체 수 측정과(O'brien et al., 2003; Tobler et al., 2008), 개체 식별을 통한 풍부도 측정에 유용하다(Henschel and Ray, 2003; Karanth et al., 2004; Silver et al., 2004; Wegge et al., 2004).

본 연구에서는 담비의 무리 크기 및 구성과 활동 시간 파악을 위해 무인센서카메라 모니터링을 실시하였다. 사용된 카메라는 지리산지역에 HCO Scoutguard Sg550 5mp Infrared Scouting Camera(HCO, Inc. USA) 3대와, Moultrie Game Spy I-40 Infrared Flash Game Camera(Moultrie, Inc. USA) 5대, Reconyx HC600(Reconyx Inc. USA)를 설치하였다. 카메라는 적외선 센서에 의해 동물의 움직임이 감지될 때 작동되며, 담비의 배설물이 자주 발견되는 지점에 설치하였다. 무인센서카메라 모니터링은 2009년 10월부터 2013년 12월까지 진행되었다.

또한 담비가 이용하는 생태통로와 도로횡단구조물을 파악하기 위해, 담비가 서식하는 산림을 관통하는 4차선 이상 도로에 설치된 터널형 생태통로나 수로박스 구조물 5개소를 선정하여 입구 단면적과 개방도를 측정하였고, 통로 가운데에 무인센서카메라(Reconyx HC600, Reconyx Inc.)를 설치하여 통과하는 담비를 촬영하였다.

4) 눈 위 발자국 추적

담비의 눈 위 발자국 추적은 2011년 1월 5일, 1월 26-27일, 2월 18일, 3월 27일, 12월 24-25일, 2012년 1월 19-21일, 1월 24일, 2월 1-2일, 2월 3일에 걸쳐 총 12회, 45.5km의 구간에서 실시하였다. 눈이 내리고 1~2일이 지난 후 도로나 임도를 따라 가면서 담비의 도로 횡단을 찾거나, 원격무선추적 중인 담비의 위치를 파악하여 발자국을 찾고 발자국이 난 반대방향으로 추적을 진행하였다. 발자국 추적은 담비의 발자국 경로상에 남은 먹이활동, 영역표시, 도로 횡단 등의 행동흔적을 파악하며 진행되었다. 먹이활동 중 먹이탐색 흔적은 나무구멍이나 돌 틈을 뚫지거나, 다른 동물의 발자국을 쫓아 발자국이 어지럽게 난 곳 등으로 확인하였고, 사냥흔적은 털, 피, 깃털 등의 명확한 사냥 성공 흔적으로 파악하였다. 사냥성공률은 전체 먹이탐색 흔적에서의 사냥성공 흔적 비율로 계산하였다. 담비의 행동유형과 이동유형은 Goszczynski and Posluszny (2003)의 방법에 따라 수색과 먹이사냥, 영역표시 등으로 구분하였으며, 각종 경로와 지점의 좌표는 GPS(60csx, Garmin, USA)를 이용하여 기록하였다.

2. 먹이습성

1) 식이물 분석

담비의 먹이습성을 파악하기 위해 담비 배설물과 위 내용물을 분석하였다. 2009년 1월부터 2013년 3월까지 총 46회에 걸쳐 지리산국립공원 일대에서 총 952점의 담비 배설물을 수집하였다. 또한 로드킬로 폐

사한 담비 3개체의 사체를 부검하여 위내용물을 수집하였다. 현장에서 수집한 배설물은 비닐팩(PE Bag)에 넣고 밀봉하여 수집일, 좌표, 배설물 특징 등을 기재 후 -80°C 에서 냉동보관 하였다. 냉동 보관한 배설물은 (Jedrejska and Jedrzejewski 1998)의 방법에 따라 약 3일간 배설물을 물에 담가 내용물이 풀어지게 한 후 체(Mesh-Sieve:체눈 크기 5mm, 1mm)에 걸러 식물 파편을 잔류시킨 후 건조기(Dry Oven, DO-42, HYSC Inc. Korea)를 이용하여 50°C 에서 5시간 동안 건조시켰다. 건조된 시료는 육안 및 현미경을 이용하여 동정. 분석하였으며 식물성, 소형 포유류, 중대형 포유류, 조류, 양서류충류, 곤충류, 밀랍, 기타의 8개 범주로 나누었다.

식물 종자의 경우 전자현미경 촬영 후 한국식물종자도감(김주환 등 2011)과 한국야생식물종자도감(이종구 등 2010)의 참고하여 동정 하였으며, 전문가(길지현 박사, 국립환경과학원) 확인 과정을 거쳤다. 곤충과 양서류충류의 경우 배설물 내 잔해를 전자현미경으로 촬영한 후 각각 전문가(최문보 박사-영남대학교; 이정현 박사-국립습지센터) 의뢰 분석하였다. 조류는 외부깃과 알의 형태를 국립생물자원관 소장 표본과 비교하여 동정하였으며 전문가(박진영 박사- 국립환경과학원) 검증을 받았다. 포유류는 이, 뼈는 국립생물자원관 소장 표본과 비교 동정하였다. 포유류 털의 경우 주사형 전자현미경(N-SIM, Nikon Inc. Japan)으로 큐티클 스케일을 관찰하거나 광학현미경(STM6, Olympus Inc. Japan)으로 털 내부구조인 메둘라의 형태를 관찰하는 2가지 방법으로 동정하였다. 야생동물의 분변에서 나온 털의 경우, 이미 메둘라가 위와 장에서 소화가 되어 소실되지만, 이번 실험의 삶과 담비 분변에서 나온 털의 경우 메둘라가 소실되지 않은 털이 많아 광학현미경 관찰과 전자현미경 관찰을 병행하여 실시하였다. 분류된 털은 세제를 푼 물에 세척 후 증류수와 70% 알코올로 세정 후 건조 시켰고, 주사형 전자현미경 (SEM)으로 털의 큐티클 스케일을 관찰하였다. 광학현미경으로는 shaft와 shield 부분을 관찰, 메둘라의 특징을 종별로 분류하였다. 털의 스케일을 잘 알 수 있는 특징적인 부분인 털의 모근과 중간부분에 해당하는 shaft 부분

과 shield 부분은 털의 중간과 끝 쪽으로 메들라를 집중적으로 관찰하여 중동정을 실시하였으며(Fig. 5), 동정키는 Lee et al.,(2014)를 기준으로 삼았다. 한편 동정이 어려운 경우 미동정으로 분류하였다.



Fig. 5. The drawings show characteristics of the whole hair

식이물의 구성은 바이오매스 비율(PB: percentage of fresh biomass consumed), 출현빈도(PO: Percentage of occurrence), 상대적 출현빈도(RPO: Relative percentage of occurrence)로 구분하여 산출하였다.

$$PO = \frac{ni}{N} \times 100$$

N = 전체 배설물의 수, ni = 각 먹이자원 i 경우의 수 (Genovesi et al., 1996; Silva et al., 2005)

$$RPO = \frac{ni}{\sum ni} \times 100$$

ni = 각 먹이자원의 수 (Loveridge and Macdonald 2003)

$PB = \frac{\text{freshly consumed biomass of species or taxonomic group } X}{100 / \text{total number of biomass consumed}}$ (Loveridge and Macdonald 2003)

담비 먹이원의 다양성을 평가하기 위해 Shannon's (Pielou 1966) diversity index (H')와 Levin's (1968) index를 계절별로 산출하였다.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$B = 1 / (\sum p_i^2)$$

$$BS = (B-1) / (n-1)$$

B = 먹이지위폭, BS =Levin 지수

p_i =먹이 범주 i 백분율, n =먹이 범주의 수

담비의 포유류 먹이 선호도를 파악하기 위해 Jacobs Index를 사용하였다. 소형포유류에 있어서는 포획·재포획법을 통해 설치류 밀도조사를 실시하였으며, 중별 포획빈도를 산출하였다. 중대형포유류에 있어서는 지리산지역에 설치된 무인센서카메라 촬영결과를 토대로 중별출현빈도를 산출하였다.

$$D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

Jacobs Index에서 소형설치류의 경우 r 은 배설물에서 중별비율이며, p 는 포획빈도 비율이다. 중대형 포유류의 경우 r 은 배설물에서 중별비율이며, p 는 무인센서카메라 촬영빈도 비율이다.

D 값은 -1에서 +1 사이의 값을 가지며, +1에 가까울수록 먹이 자원으로 선호하며, -1에 가까울수록 비선호함을 의미한다.

2) 먹이실험

담비의 소화율 파악을 위해 서울대공원에서 사육 중인 담비 3개체를 대상으로 먹이실험을 진행하였다. 식육목은 일반적으로 자신 체중의 8.5% 무게를 하루에 섭식하며, 담비의 경우 하루 200-300g을 섭식한다 (Mukherjee et al., 2004). 일일 섭식량을 토대로 연간 먹이량을 파악하였으며, 섭식량(생중량)을 배설물의 건중량(Dried weight)으로 나누어 담비의 소화율 지수를 파악하였다. 지리산에서 수집된 담비의 전체 배설물에 포함된 먹이의 건중량에 소화율 지수를 곱하여 섭식 생중량(Fresh weight)을 산정하였다. 이를 토대로 담비의 연간 설치류 및 중대형 포유류의 섭식량을 추정하고자 하였다.

$$DC_i = \frac{F_i - NCR_i}{UR_i}$$

DC = 소화율 지수, F_i =제공한 먹이의 생중량, NCR_i =먹지 않고 남긴 먹이의 생중량, UR_i =배설물 건중량

섭식 생중량 = 배설물 건중량 × 소화율 지수

$$N_{prey} = \frac{(DFI \times B_{prey} \times n_{days} \times 100)}{BM_{prey}}$$

3) 미끼추적

미끼추적법을 통해 많은 동물들의 공간적 행동을 간접적으로 조사할 수 있다. 소화가 안 된 마커를 배설물에서 수집함으로써 동물의 섭식장소와 이동에 대한 정보를 얻을 수 있다(Delahay 2000). 미끼추적법은 생태조사와 야생동물 관리에 있어 적용할 수 있는 잘 확립된 방법이다. 유럽 오소리 연구에서 미끼추적법이 사용 되었으며, 가장 일반적인 마커의 타입은 플라스틱 펠릿을 사용하는 것이다(Delahay et al. 2000; Tuytens et al. 2001; Woodroffe et al 2006). 이 방법은 또한 붉은 여우 (*Vulpes vulpes*)나 까마귀(*Corvus corax*)를 모니터링 하는 데에도 사용되었다(Webbon et al. 2004; Rosner 2005). 본 연구에서는 담비의 이동로인 능선 오솔길에 색깔이 각각 다른 비즈를 미끼에 섞어 놓았다. 미끼를 놓은 후 일주일내 걸쳐 반경 10km이내의 산림을 수색하여 비즈가 섞인 배설물을 발견하고 GPS(60csx Garmin Inc. USA)로 해당 좌표를 기록하였다.

3. 보전방안

1) 담비의 보전가치 파악

담비의 보전적 가치를 파악하기 위해 본 연구에서 밝혀진 생태특성을 통해 목표종으로서의 담비의 가치를 파악하였다. 목표종의 하위개념인 깃대종, 핵심종, 우산종, 지표종, 경관종의 각각의 목표설정예 따라 담비의 보전적 가치를 논의하였다. 깃대종은 대중적 인지도측면, 핵심종은 생태계 서비스 측면, 우산종은 행동권 측면, 지표종은 서식지 교란의 지표역할 측면으로 가치평가 하였다. 경관종으로서의 가치평가를 위해 우리나라 산림에 서식하는 포유류 10종과의 비교가 이루어졌다. 각 종

별로 서식면적 요구도, 서식지의 이질성, 취약성, 생태적 기능, 사회경제적 중요성의 다섯 가지 범주에서 적합성을 평가하였다. 이상의 다섯 가지 기준에 의한 점수는 정규화하여 0에서 1사이 값을 가지며, 이를 바탕으로 10종의 후보종들의 경관종으로서의 가치에 순위를 매겼다. 서식지 요구도는 각 종의 행동권 크기를 기반으로 평가하였으며, 서식지 이질성은 종의 개체들이 경관 안에서 사용하는 서식지 유형의 비율, 개체군간의 중복되는 서식지의 비율, 서식지 유형별로 종의 구성. 취약성에 있어서는 민감종의 위협에 대한 최대 수용도를 통해 평가하였다. 취약성은 다음과 같은 위협요인들을 대상으로 평가하였다.

$$\sum[(U + R) \times S \times P_a \times P_o]$$

위협의 강도(S, 척도 0-3), 시급성(U, 척도 0-3), 장소 영향성(P_a , 척도 0-4), 회복시간(R, 척도 0-3), 발생확률(P_o , 척도 0-1)

기능적인 측면에서는 포식자로서, 종자산포자, 꽃가루매개자의 역할을 평가하였다. 0점은 역할 없음, 1점 미미한 기능, 2점 기능, 3점 강한 영향으로 점수화하였다. 사회경제적인 측면에서는 깃대종으로의 가치를 이진법 스코어로 나타내며, 긍정적 혹은 부정적인 문화, 경제적인 가치를 평가하였다. 이상의 다섯가지 기준에 의한 점수는 정규화하여 0에서 1사이 값으로 나타내어 종별 경관종 적합 순위를 도출하였다.

Table 5. Selection criteria of landscape species(Redford et al., 2000)

Category	Criteria	Evaluation
Heterogeneity	Habitat use	Level of use(0-3)
	Management zone use	Level of use(0-3)
	Evidence of long dispersal distances(>10kilometers)	Yes or No
	Does connectivity matter?	Yse or No
Area	Select the home range default bin	0-1km ²
		1-10km ²
		10-25km ²
		25-50km ²
		50-100km ²
Vulnerability	Human activity	Severity(0-3)
		Recovery(0-3)
		Proportion of affected(0-4)
Functionality	Functions	Carnivore(0-3)
		Seed dispersal(0-3)
		Scavenger(0-3)
		Herbivore(0-3)
		Engineer(0-3)
Socio-economic		Insectivore(0-3)
		Potential flagship species
		Significance(0-3)
		Positive local cultural value
		Significance(0-3)
	Negative local cultural value	Significance(0-3)
		Negative economic value
		Significance(0-3)
	Positive economic value	Significance(0-3)
		Significance(0-3)

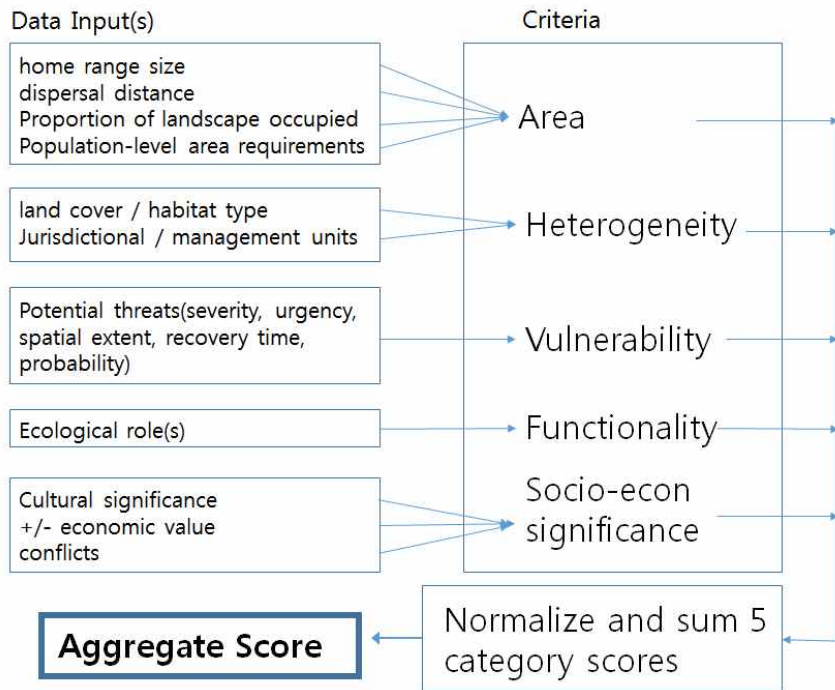


Fig. 6. A schematic summary of the data constituting the five selection criteria for landscape species, and their combination to form an aggregate score

2) 고립된 개체군 및 국지적 멸종가능성 파악

담비가 서식 가능한 지역을 추출하기 위해 ArcGIS 10.1(ESRI Inc. USA)을 이용하여 전국 단위 임상도에서 침엽수림, 혼효림, 활엽수림을 통합하였고, 담비 이동 및 분산에 장애요인이 되는 4차선이상의 도로에 100m버퍼를 두어 산림을 조각화 하였다. 담비의 이동이 가능한 터널과 교량은 레이어를 따로 분리하여 분리된 산림조각을 연결하였다. 각 산림조각은 전국자연환경조사의 담비 서식확인 포인트와 중첩하여, 담비가 서식하는 삼림조각만 추출하였다. 추려낸 산림조각은 면적별로 개체군 존속 시뮬레이션 (Vortex 9.99, Chicago Zoological Society, USA)을 통해 절멸 위험이 높은 고립 개체군을 파악하였다.

PVA(Population Viability Analysis) 분석을 통해 고립된 개체군의 생존능력을 평가하여 개체군의 멸종 가능성을 측정하고, 개체군 관리의

시급한 정도와 관리를 위해 가장 중요한 요인들을 파악하였다. PVA 분석에 필요한 담비의 생활사와 번식특징은 야생 개체에 대한 정보가 부족하여 사육 상태에서 자료를 활용하였다(Table 6).

Table 6 Estimated of parameters used in model (From Novosibirsk Zoo 2004)

Parameter	Lower	Estimated Mean	Upper
Carrying Capacity		Area x Density	
Initial Abundance		Population density	
Age of First Reproduction for Female	2.0		3.0
Age of First Reproduction for Male	2.0		3.0
Maximum Breeding age		10	
Sex ratio		50/50	
Proportion of Breeding Females	0.2	0.3	0.4
Breeding Interval Females	1	1	1
Litter Size	1	2	3
Poaching Level		5%/1year	
Survival Cubs(Females)	.5	.7	.9
Survival Cubs(Males)	.3	.6	.9

제 3장 결과 및 고찰

제1절 서식지 특성

1. 행동권

2009년에서 2013년까지 속리산 지역에서 1개체, 지리산 지역에서 6개체, 울산·경주지역에서 1개체, 소백산 지역에서 1개체의 담비를 대상으로 원격무선추적을 실시하였다.

9개체 중 지속적으로 무선추적이 가능했던 8개체의 행동권을 분석한 결과 평균 $35.9 \pm 12.1 \text{ km}^2$ (MCP 100%)와 $32.2 \pm 12.9 \text{ km}^2$ (Kernel 95%)이며, 핵심서식지는 평균 $6.5 \pm 3.3 \text{ km}^2$ (Kernel 95%)로 나타났다. 행동권이 가장 B의 행동권은 59.1 km^2 으로 가장 작은 H의 행동권 19.9 km^2 의 3배에 달했다. 태국에서 담비 5개체의 평균 행동권은 $7.2 \pm 4.3 \text{ km}^2$ (MCP 100%)으로 본 연구보다 작게 나타났다(Grassman *et al.*, 2005). 일반적으로 야생동물의 행동권 크기는 서식지 질에 반비례하며(Botany and Powell 2012), 열대지역의 먹이량과 생산량이 온대지역보다 높아(Malhi *et al.*, 1999) 나타난 차이로 판단된다.

담비의 평균 행동권은(35.9 km^2) 국내의 다른 중대형 포유류인 멧돼지 5.1 km^2 (최태영 등, 2006), 삵 3.7 km^2 (최태영 등, 2012), 너구리 0.8 km^2 (최태영과 박종화, 2006), 오소리 1.2 km^2 (국립환경과학원, 2009)보다 매우 크며, 지리산에 복원 중인 반달가슴곰의 행동권 $24 \sim 200 \text{ km}^2$ (양두하 등, 2008)과 작거나 유사한 것으로 나타났다.

A와 C 개체의 경우 무선추적기간 중 새끼를 낳아 길렀다. A는 5~7월 동안의 포육기간에는 9.92 km^2 의 비교적 작은 행동권을 보였고 그 외기간은 24.24 km^2 로서 연간 행동권과 거의 같았다. 포육기의 1일 행동권은 평균 1.25 km^2 로서 비포육기(2.98 km^2)의 41.95%에 불과하였다. 하루 행동권이 가장 클 때 9.75 km^2 (1년 행동권의 39.83%), 이동거리는 15.59 km 로 나타났다. 1일 행동권은 평균 2.51 km^2 이었으며, 8-12월에 1일 평균 4.60 km^2 의 큰 행동권을 나타내었다. 24시간 동안 가장 많은 행동권을 보인 날은

2009년 11월 10일 20:00부터 다음날인 11일 20:00까지의 24시간으로서 9.75km²(1년 행동권의 39.83%)의 행동권을 보였으며, 이동거리는 15.59km 이었다.

핵심공간의 대부분인 2.92km²(91.54%)가 국립공원 내에 있으며, 포육기 간 중 사용하였던 6개의 굴 모두를 포함하고 있었다. C 개체는 포획당시 젖이 부풀어 있어서 새끼를 포육 중임을 알 수 있었다. 포육기인 6,7월에는 잠자리의 위치가 고정되었고, 2011년 8월 24일 무인센서카메라에 새끼 2마리와 함께 활동하는 모습이 촬영되었다. 2011년 12월에 포획된 G 개체는 그해 태어난 아성체였고, C 개체와 함께 생활하는 것이 확인되어 C 개체의 새끼로 판단되었다. 따라서 담비는 4월에 출산하여 5,6,7월 포육기를 거쳐, 8월~9월부터 새끼와 함께 활동 하는 것으로 나타났다.

겨울철에도 무선추적이 가능했던 A, C개체의 경우 겨울철이 되자 행동권이 확장되는 것을 확인하였다. A는 계절별 행동권이 봄(3-5월) 11.45km², 여름(6-8월) 10.20km², 가을(9-11월) 17.15km², 겨울(12-2월)에 43.7 km²로서 여름철이 가장 작았으며, 겨울철에 가장 컸다. 4계절 모두 이용된 공간은 1년 행동권의 중간지역으로서 6.06km²(1년 행동권의 24.76%)이었다. 한편 C개체는 2011년 6월에서 11월까지 행동권이 22.4km²였지만 12월이 되자 53.8km²로 확대되었다. Makonin(1999)은 러시아에서 겨울철 담비는 2-4마리가 무리를 지어 사향노루를 집단 사냥하는 것으로 보고하였는데, 우리나라에서도 담비가 겨울철 식물성 먹이자원이 부족해짐에 따라 먹이 활동을 위해 산림 가장자리나 저지대 등지로 행동권을 확장하는 것으로 판단된다.

D와 E 개체는 행동권과 이동패턴이 일치하였다. 두 개체 모두 포획당시 아성체로 번식경험이 없는 암컷이었으며, 무인센서카메라 확인 결과 발신기를 부착하지 않은 성체 한 개체와 무리를 이루고 있어 어미와 새끼 두 마리로 이루어진 조합으로 판단된다. 한편 G 개체는 발신기를 부착하지 않은 다른 암컷 개체와 무리를 이루어 활동하였다. 따라서 지리산 지역 담비 무리구성은 모녀관계인 C+F 조합, 자매관계인 D+E 조

합, G와 다른 암컷 개체 조합의 3개 무리로 이루어졌다. 같은 무리 개체는 활동과 잠자리가 항상 같은 점으로 미루어 모든 생활을 함께하는 것으로 파악되었다. 담비속 7종이 단독생활을 하는 것과 달리 (Buskirk et al., 1994), 담비는 무리생활을 하고 있었다. 기존에 담비 무리생활은 동남아 지역에서 2-5마리까지의 무리가 발견된 기록(Parr and Duckworth, 2007)과 러시아에서 2-4 마리로 구성된 무리가 구성되었다는 사례(Makonin 1999)가 있지만 사회구조에 대해서는 알려지지 않고 있었으나, 본 연구 사례에서는 혈연관계로 구성된 무리로 확인되었다.

C+F무리는 고리봉과 간미봉 서쪽 사면, D+F 무리는 종석대 남쪽 사면 일대 천은사계곡, G+암컷 무리는 형제봉과 왕시루봉 사이 화엄사계곡에 행동권을 형성하여 분수계를 중심으로 행동권이 분리되는 것으로 나타났다.

무선추적 결과 담비는 특정지역에 장기간 머물지 않고 연중 행동권의 많은 부분을 반복적으로 활발히 이용하며 이동하는 특성이 있었다. 담비의 이러한 넓은 행동권과 한 곳에 머물지 않고 빠르게 이동하며 서식지를 넓게 이용하는 특성은 동일한 환경의 다른 포유동물에 비해 훨씬 더 많은 도로를 더 자주 넘어야 함을 의미한다. 즉, 담비는 다른 포유동물에 비해 도로에 의한 서식지의 파편화에 훨씬 취약할 가능성이 크다. 핵심서식지(Kernel 50%)는 대부분이 2.92km²(91.54%)가 국립공원 내 구역 내에 위치하며, 포육기간 중 사용하였던 6개의 굴 모두를 포함하고 있었다.

Table 7 Data of captured yellow-throated marten by radio-tracking

Individual	Location	Sex	Method	Tracking period	Age ¹	Weight(kg)	pregnant
A	Songnisan	F	VHF	Oct.2009 - Feb.2011	A	2.3	Y
B	Jirisan	F	VHF	Jul.2009- Oct.2009	J	1.8	N
C	Jirisan	F	VHF	Jul.2011- Mar.2012	A	2.5	Y
D	Jirisan	F	VHF	Oct.2011- Mar.2012	J	2.4	N
E	Jirisan	F	VHF	Jan.2012- Mar.2012	J	2.5	N
F	Jirisan	F	GPS,VHF	Oct.2010- Dec.2012	J	2.9	N
G	Jirisan	F	GPS,VHF	Dec.2011- Mar.2012	J	2.3	N
H	Ulsan	F	VHF	Oct.2012- Feb.2013	J	2.2	N
I	Yeoung ju	F	VHF	Oct.2013- Oct.2013	A	2.5	N

¹A is adult (≥ 1 year old), J is juvenile(<1 year old)

Table 8 Home range estimations of yellow-throated marten by MCP and Kernel

ID	Home range(km ²)				
	MCP			Kernel	
	100%	95%	50%	95%	50%
A	50.8	22.3	5.9	20.9	3.2
B	60.1	52.3	17.3	62.3	12.4
C	37.1	26.8	2.2	13.9	1.9
D	27.6	19.4	7.1	27.2	4.9
E	27.6	19.4	7.1	27.2	4.9
F	33.0	29.6	8.8	35.9	6.8
G	31.8	31.4	10.2	49.3	8.9
H	19.9	19.6	4.6	50.7	9.1
I	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Mean \pm SD	36.0 \pm 12.4	27.6 \pm 10.3	7.9 \pm 4.2	32.2 \pm 12.9	6.5 \pm 3.3

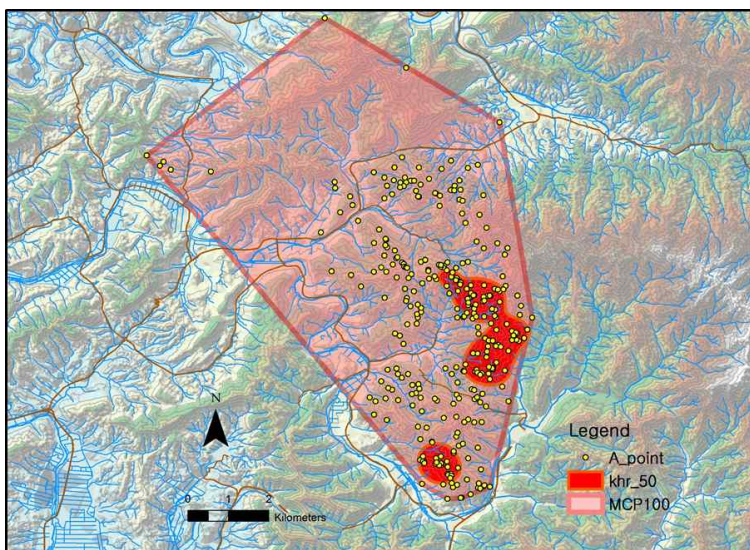


Fig. 7. Home range and fixed locations(Individual A)

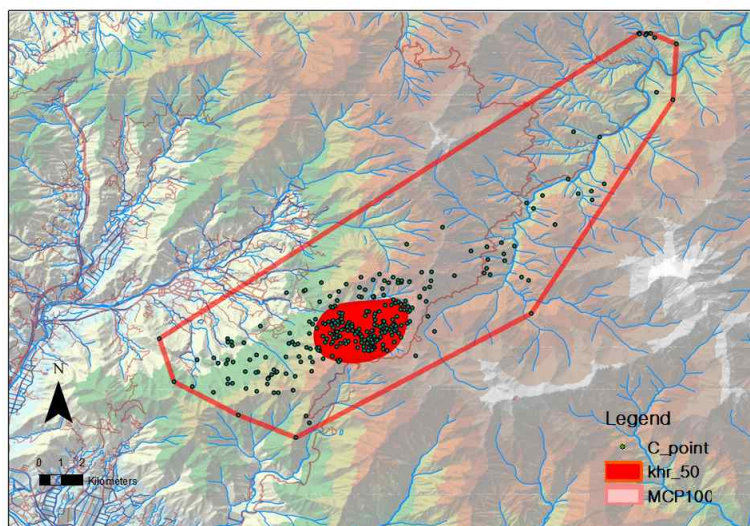


Fig. 8. Home range and fixed locations(Individual C)

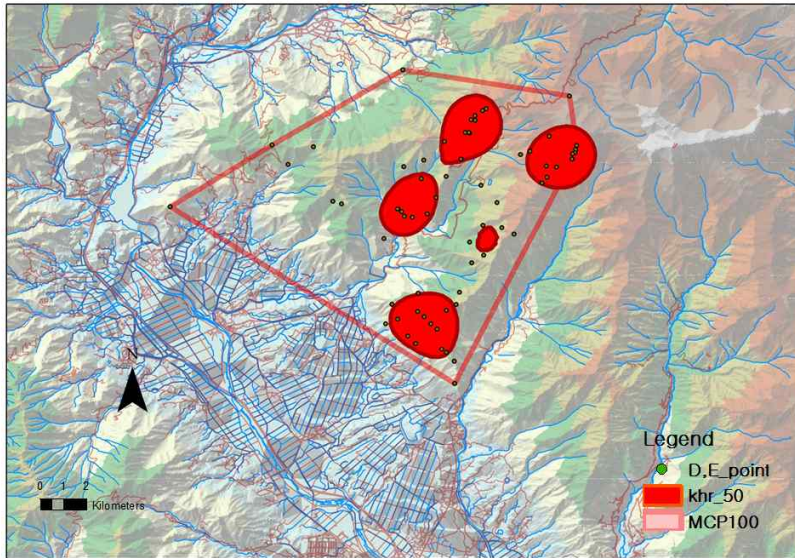


Fig. 9. Home range and fixed locations(Individual D and E)

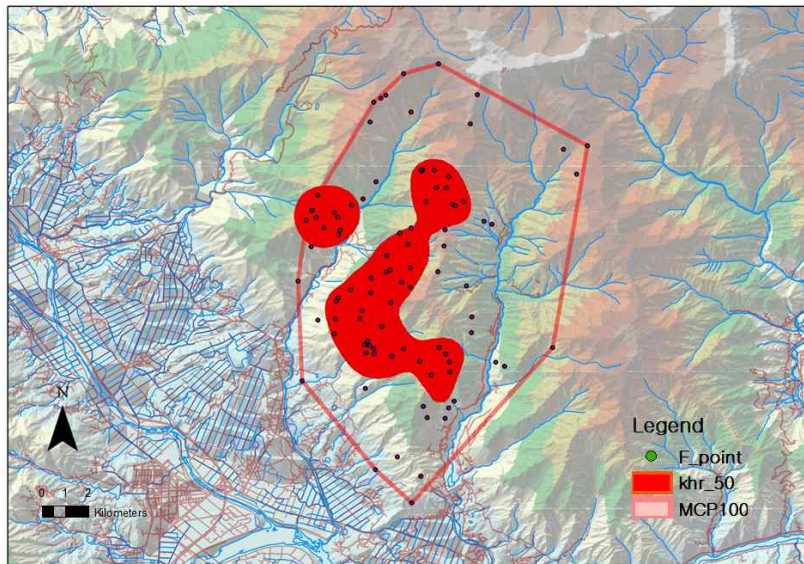


Fig. 10. Home range and fixed locations(Individual F)

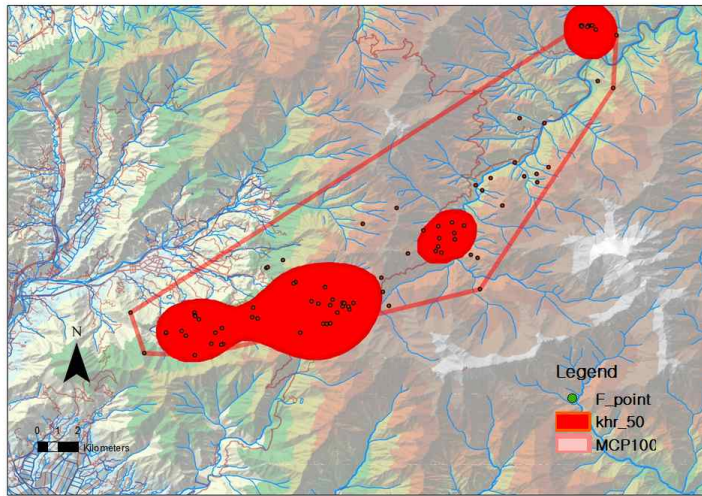


Fig. 11. Home range and fixed locations(Individual F)

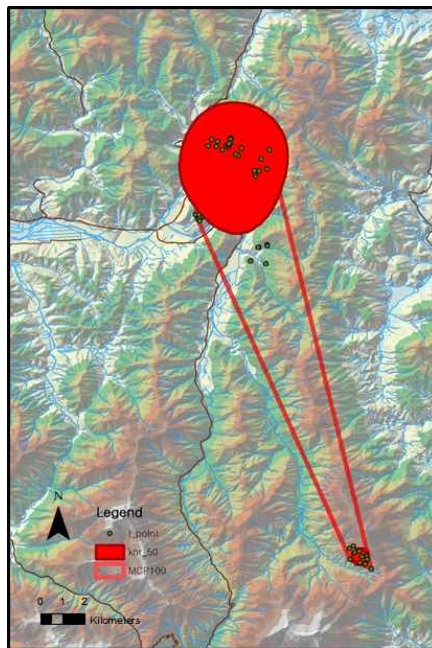


Fig. 12. Home range and fixed locations(Individual I)

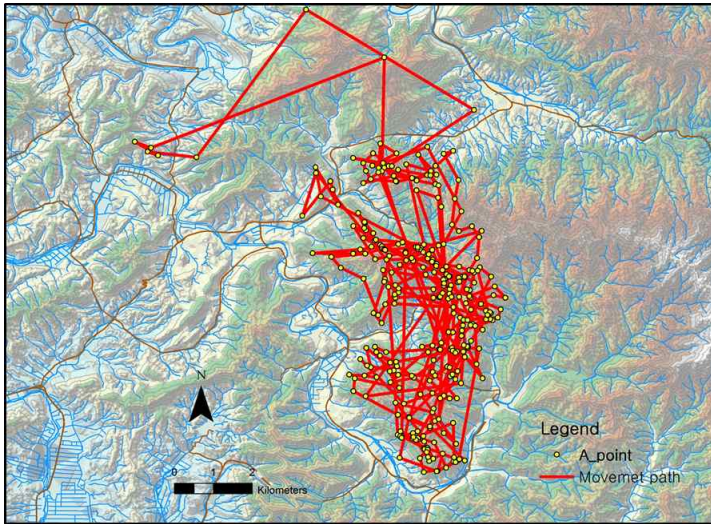


Fig. 13. Movement patterns(individual A)

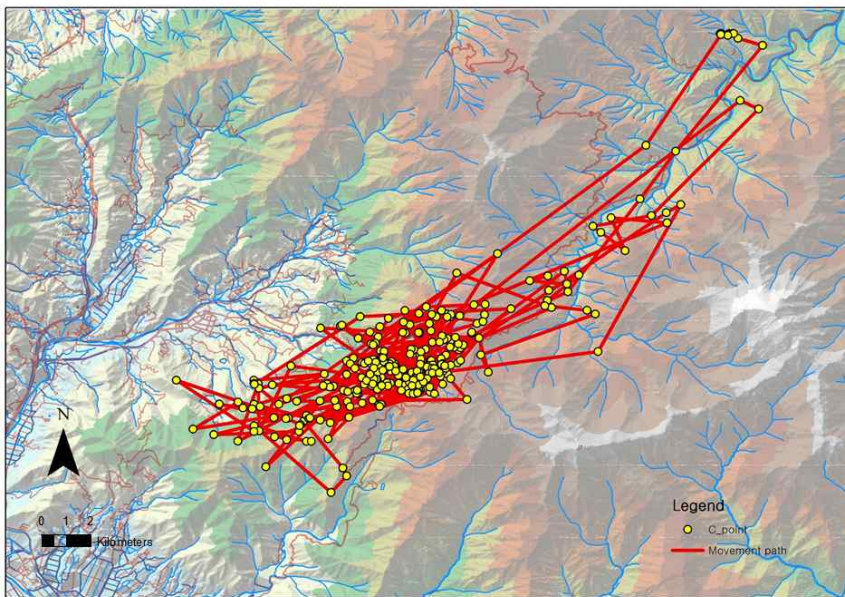


Fig. 14. Movement patterns(individual C)

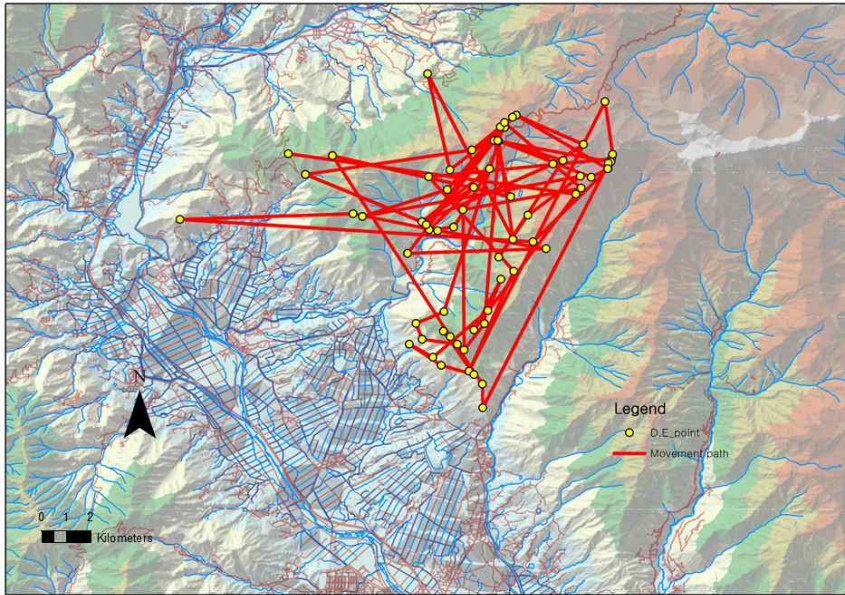


Fig. 15. Movement patterns(individual D, E)

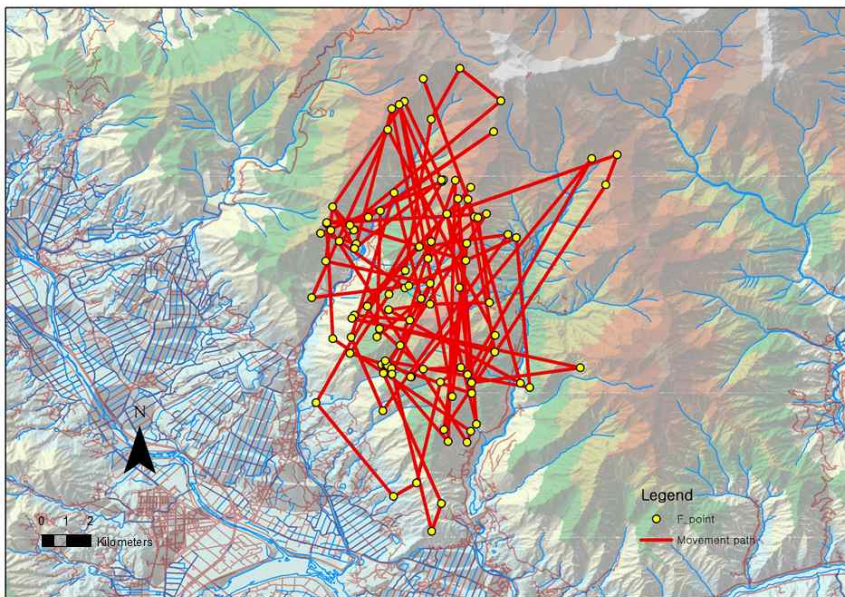


Fig. 16. Movement patterns (individual F)

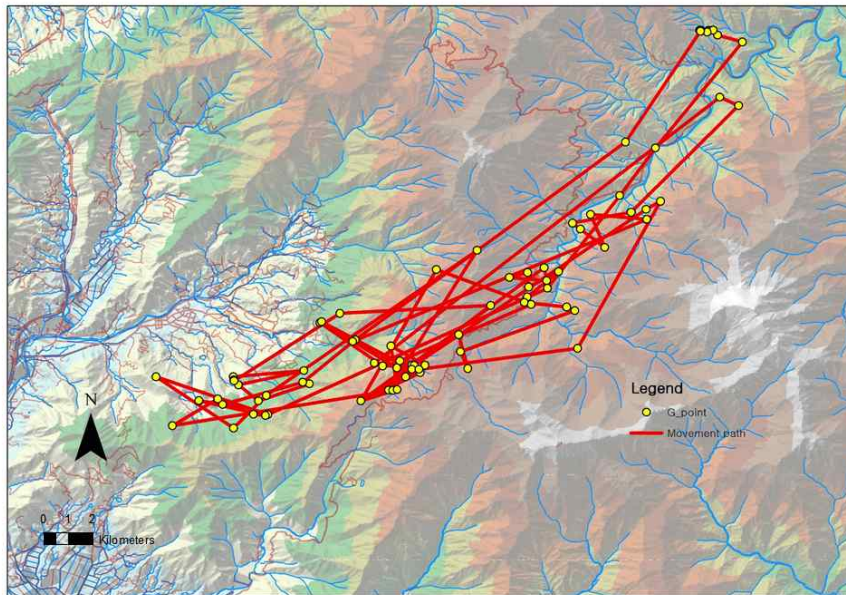


Fig. 17.Movement patterns(individual C)

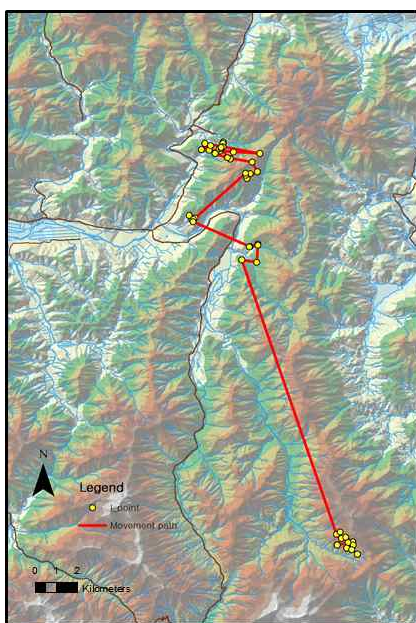


Fig. 18. Movement patterns(individual I)

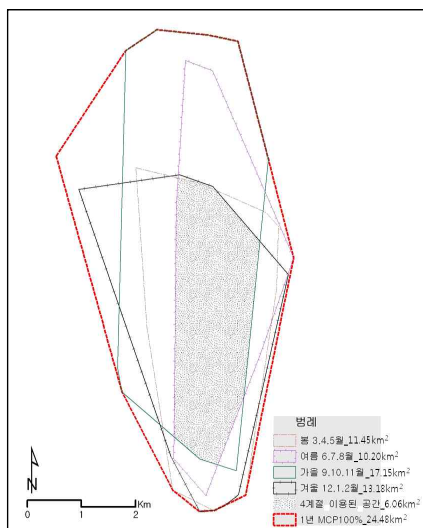


Fig. 19. Home-range variation by season (individual A)

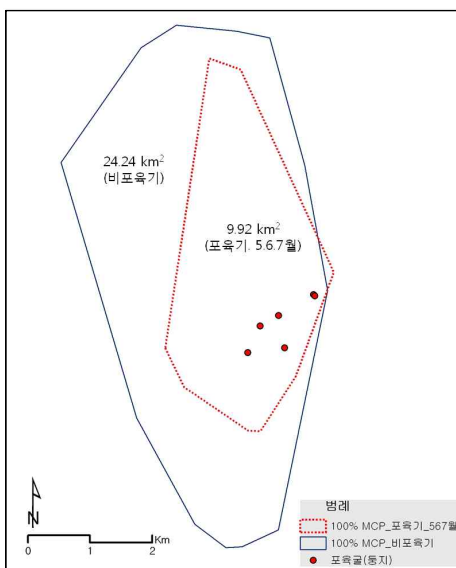


Fig. 20. Home-range size of Breeding and Non-breeding season (individual A)

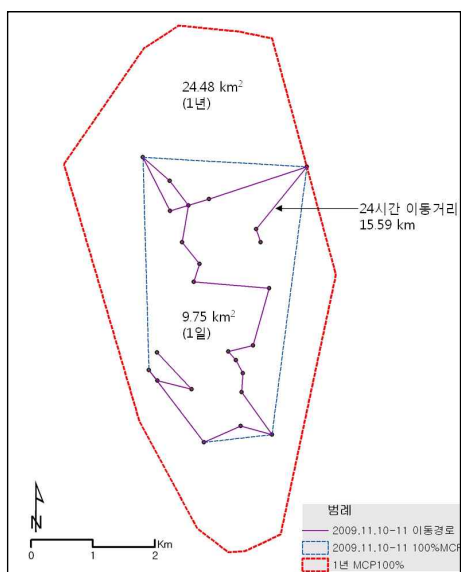


Fig. 21. Maximum size of daily home-range (individual A)

Table 9 Average size of daily home-range

Month	Daily home range(km)		
	Annual home range	Non breeding season	Breeding season
10.2009	3.39	3.39	•
11.2009	5.87	5.87	•
12.2009	4.39	4.39	•
01.2010	0.86	0.86	•
02.2010	0.61	0.61	•
03.2010	2.17	2.17	•
04.2010	1.78	1.78	•
05.2010	0.95	•	0.95
06.2010	2.29	•	2.29
07.2010	0.52	•	0.52
08.2010	4.74	4.74	•
One year average	2.51	2.98	1.25

2. 서식지 이용

담비의 서식지 이용특성을 파악하기 위해 무선추적을 통해 수집한 1087개 지점의 환경 분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 전반적으로 담비는 침엽, 활엽, 혼효림과 같은 식생분포의 차이보다는 도로로 거리가 먼 장소를 선호하며, 수계로 부터도 거리가 다소 멀고, 표고와 경사도 상대적으로 높고 급한 곳을 선호하였다. 또한 향은 북향을 회피하고 남향과 동향을 좀 더 선호하는 것으로 파악되었다. 이러한 경향은 잠자리와 새끼를 키우는 포육굴(둥지)에서 더욱 두드러졌으며, 특히 포육굴은 암석지대가 가까운 곳에 주로 분포하였다(Table 10). 이러한 서식지 이용특성은 담비가 산림의 가장자리가 아닌 산림 내부를 주로 이용하는 동물임을 의미하며, 특히 새끼를 키우는 시기와 잠자리에 드는 때에는 더욱 깊은 산림으로 이동함을 의미한다. 따라서 도로와 농경지의 발달은 단일한 산림을 파편화 시켜 가장자리의 길이와 면적을 키우고 산림 내부의 면적을 줄이기 때문에 파편화가 많이 진행된 지역에서는 담비가 안정적으로 서식할 수 있는 공간 확보가 어려움을 알 수 있다.

행동권 내 서식지 선택에 있어서는 핵심서식지와 위치좌표 이용의 결과가 활엽수림>혼효림>침엽수림 순으로 나타났다. 행동권 대비 핵심서식지의 경우 혼효림($D_{M.F}=0.277$)과 활엽수림($D_{D.F}=0.134$)을 선호하고, 침엽수림($D_{C.F}=-0.321$)을 회피하는 것으로 나타났다. 행동권 대비 위치좌표 이용에 있어서는 혼효림($D_{M.F}=0.324$)과 활엽수림($D_{D.F}=0.243$)을 선호하고, 침엽수림($D_{C.F}=-0.213$)을 회피하는 것으로 나타났다(Table 9). 혼효림과 활엽수림은 단순림으로 구성된 침엽수림보다 생물다양성이 높고(Harestad et al., 2002), 숲의 층위가 구조적으로 다양하므로(Pardini et al., 2005) 먹이조건과 은신처로서 담비에게 선호되는 서식조건으로 판단된다.

산림조건에 있어서는 신갈나무림, 2경급, 5영급, 수목밀도가 높은 조건을 선호하였다. 이는 노령림과 복잡한 숲 구조를 선호하는 pine marten, american marten의 서식지 선호와 유사한 결과를 나타내었다(payer et al., 2006; Frost et al., 2004).

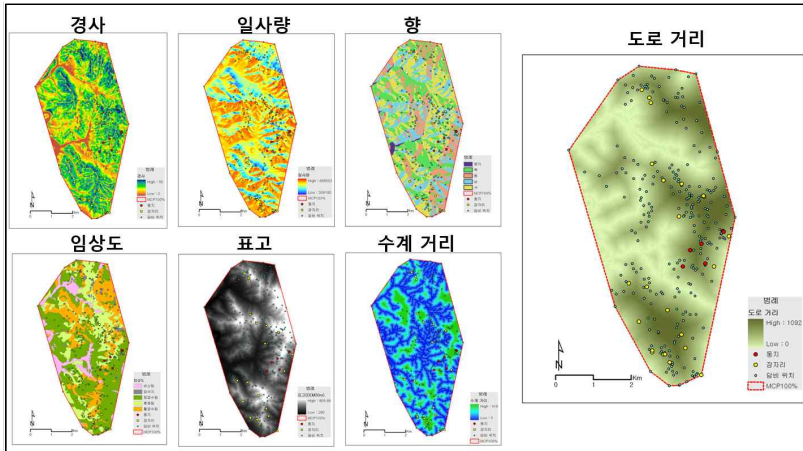


Fig. 22. Habitat use of Yellow-throated marten(individual C)

Table 10 Distribution of environmental factors

	Insolation	Altitude (m)	Slope (degree)	Aspect	Vegetation	Distance road(m)	Distance to stream(m)
Study Area	1.00	438.6	22.2	W>S=N>E	Conifer>>Deciduous = Mixed	334.3	87.4
All	1.01	486.8	25.5	W>S>E>>N	Conifer>Deciduous = Mi xed	489.2	115.7
Point Bedding site	1.06	476.4	26.7	W = S>E>>N	Mixed>Conifer>>Decid uous	469.3	123.1
Nesting site	1.04	495.6	25.3	W = S = E>>N	Conifer>>Mixed = Rock>Deciduous	541.1	121.5

Table 11. Habitat preferences according to Jacobs Index

	Habitat selection(3rd selection)			Location/ MCP 100		
	J a c o b s Index	Rank	W i l c o x o n Signed-rank test	J a c o b s Index	Rank	W i l c o x o n Signed-rank test
Deciduous forest	0.277	1	0.92	0.324	1	0.95
Coniferous forest	-0.321	3	0.93	-0.213	3	0.96
M i x e d forest	0.134	2	0.96	0.243	2	0.98

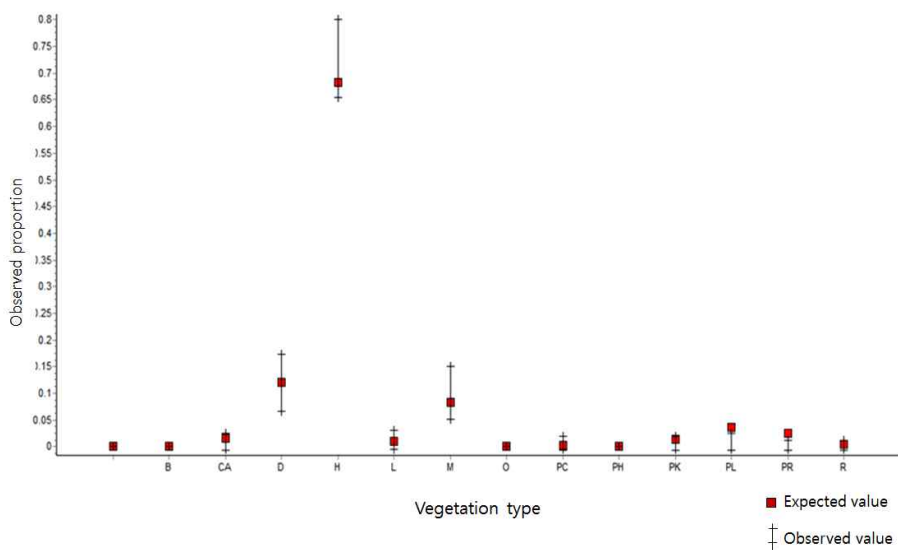


Fig. 23. Vegetation type preferences according to Neu's method ($\chi^2 = 22.36$, $df = 13$, $p < 0.01$)

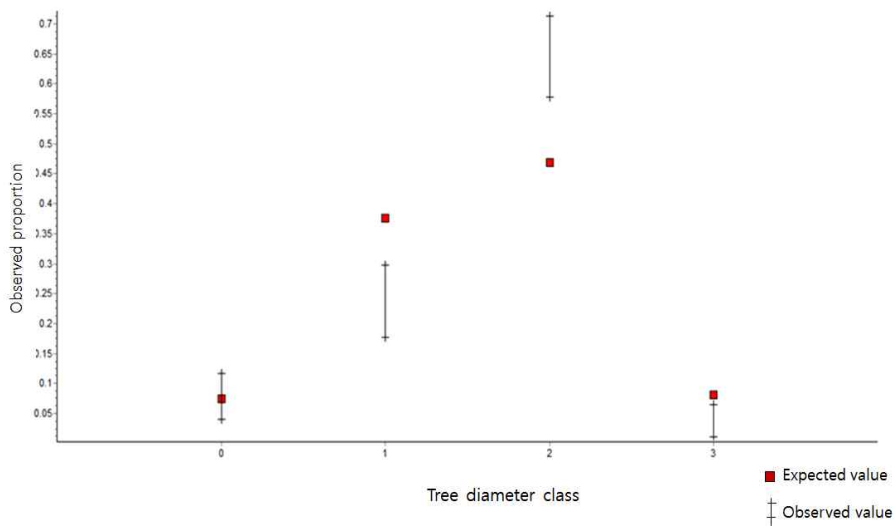


Fig. 24. Tree diameter preferences according to Neu's method ($\chi^2 = 7.81$, $df = 3$, $p < 0.01$)

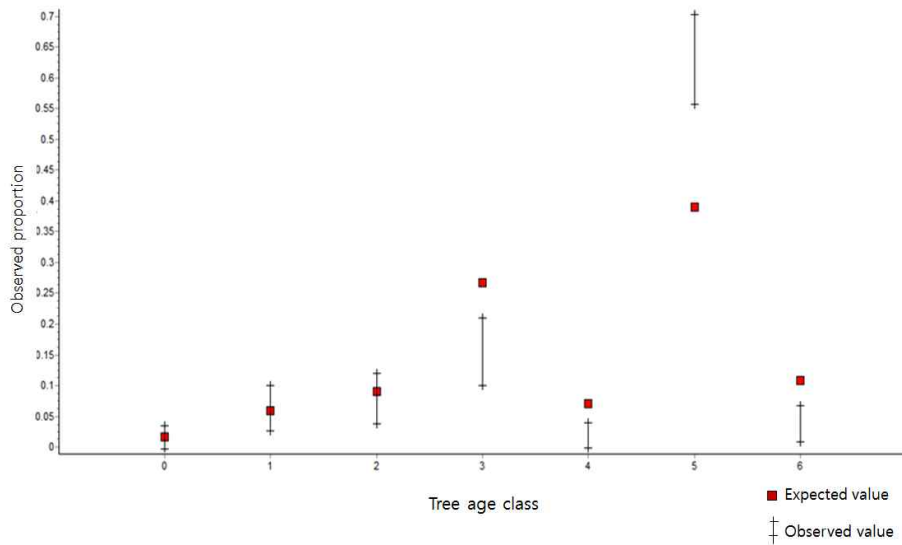


Fig. 25. Tree age class preferences according to Neu's method ($\chi^2 = 12.59$, $df = 6$, $p < 0.01$)

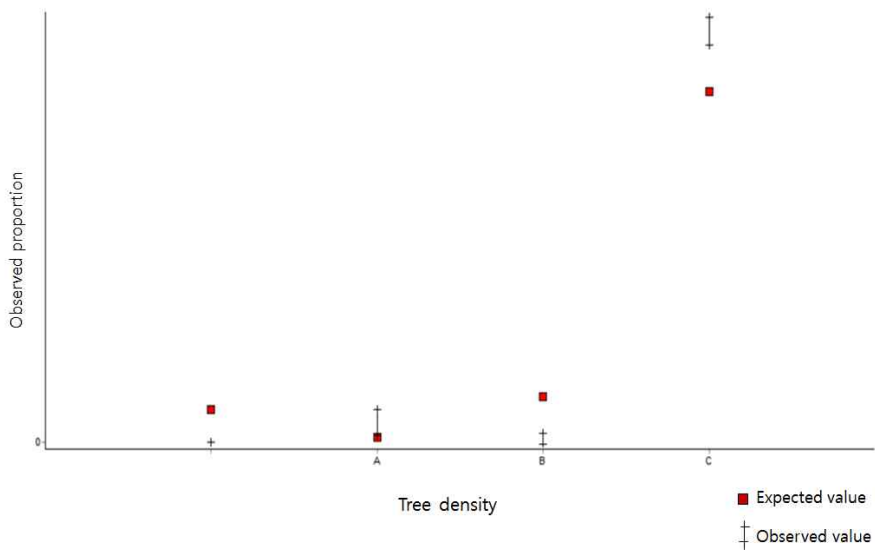


Fig. 26. Tree density preferences according to Neu's method ($\chi^2 = 7.81$, $df = 3$, $p < 0.01$)

3. 무리구성과 서식밀도

1) 무리구성

2009년 10월부터 2014년 2월에 걸쳐 지리산국립공원과 속리산국립공원 일대에서 무인센서카메라로 담비를 촬영하였다. 10분 이내에 촬영된 사진은 동일개체로 판단하여(O' Connell et al., 2010) 중복된 컷을 정리하였으며 총 2,008회의 담비 출현 사례를 분석하였다. 이 중 한 지점에 카메라가 다각도로 여러 대 설치되어 전체 무리크기를 파악할 수 있었던 1,003회의 촬영을 바탕으로 담비 무리 크기를 측정하였다. 촬영결과 담비는 단독 활동하는 개체부터 최대 6마리가 무리를 지어 함께 활동하는 모습이 확인되었으며, 평균무리크기는 1.45 ± 0.56 로 나타났다. 촬영한 담비 영상을 바탕으로 월별 평균 무리의 크기를 분석한 결과 2월에 1.78마리로 가장 크고, 5월에 1.12마리로 가장 작게 나타났다(Fig. 27). 월별로 담비의 무리크기 차이는 통계적으로 유의하였으며(Friedman test; $\chi^2=130.62$, $df=11$, $p<0.01$), 계절별(겨울:12-2월, 봄:3월-5월, 여름:6월-8월, 가을:9월-11월) 무리 크기 차이도 유의한 결과를 나타내었다(Friedman test; $\chi^2=130.62$, $df=11$, $p<0.001$). 따라서 담비는 시기별로 유동적인 무리구조를 가지고 있었다.

촬영된 담비는 개체구분을 실시하여 발신기를 부착한 개체는 발신기 모양과 색으로, 암·수는 고환의 유무로 구분하였다. 또한 담비는 색깔변이로 앞발에 개체별로 흰점이 있는 경우가 다수 있어서 사진을 통한 개체구분이 일부 가능하였는데, 이는 눈표범의 개체식별(Macarthy et al., 2008) 같이 줄무늬나 반점 등이 있는 동물에게 활용한 사례와 유사하다. 무선추적 개체인 A와 C의 경우 번식한 개체로 4월에 각각 새끼를 낳아 7월까지 단독으로 활동하였다. 두 개체 모두 8월말부터는 새끼로 추정되는 다른 2개체와 함께 활동하여 3마리로 구성된 무리를 이루는 모습이 촬영되었다. G개체는 C개체와 함께 활동하는 아성체였으며, 이듬해 3월까지 어미와 함께 활동하였다. E개체 또한 아성체로 4월까지 어미와 함께 활동하였다. 한편 이 시기에 촬영된 수컷 개체들은 수컷만

으로 구성된 무리를 형성하였다. 따라서 번식하는 암컷은 4월에서 8월 중순까지 단독으로 활동하며 새끼를 기르고, 8월말부터 새끼와 무리를 이루며 이듬해 4월까지 무리를 형성하는 것으로 확인되었다. 1월과 2월에는 어미와 새끼 무리 및 수컷 무리가 연합하여 2~6마리까지 무리가 커졌다. 무리 크기가 커지는 것은 겨울철 다른 먹이자원이 부족해지는 상황에서 중대형 포유류의 집단사냥에 유리하게 작용하기 때문인 것으로 판단된다. 개체구분을 통해 최소 7개체가 구분이 되었으며, 무선추적 암컷의 행동권 내에 2~3개의 무리(총 7~10개체)가 연중 방문하며, 해당 행동권 내에 1~2무리(총 3~4개체)가 항상 활동하는 것으로 파악되었다. 무리별 촬영된 지점 통해 볼 때 두 무리의 행동권 중첩 면적은 50% 이내로 판단된다.

종합하면 담비는 4~7월은 암컷이 단독으로 새끼를 낳고 포육하고, 8월부터는 어미+새끼 조합 무리가 활동하며, 겨울에는 인접수컷무리와 합류하며 이듬해 봄이 되면 작년에 태어난 아성체가 독립하고 암컷은 다시 번식에 들어가는 생활사를 가지는 것으로 나타났다. 담비의 무리 구성은 고정되지 않고 시기별로 유동적이었으며 같은 지점을 매일 방문하지 않고 3~20일 간격으로 불규칙적으로 방문하였다. 따라서 무인센서카메라와 무선추적 결과를 통해, 담비는 연간 일정한 행동권이 있으나 한 지점에 2일 이상 머물지 않고 지속적으로 행동권내에서 이동하며, 불규칙적으로 같은 지점을 재방문한다는 것을 알 수 있었다.

전 세계 7종 담비속(*Martes*) 중에 담비를 제외한 나머지 6종은 단독 생활을 하고 있지만(Powell 1979, Smith and Schaefer 2002, Zalewski and Jędrzejewski 2006, Parr and Duckworth 2007, Newman et al. 2011), 담비의 경우에는 무리생활을 하는 것이 확인 되었다. 열대지역 담비 개체군의 경우 태국과 라오스에서 주로 2마리가 관찰되었으며(Grassman et al., 2005; Duckworth 1979), Pocock(1941)에 따르면 인도와 그 주변국에서 일반적으로 짝을 지어 사냥하는 것으로 보고된바 있다. Sathyakumar(1999)는 16차례의 담비 목격 중 3마리 무리를 4건, 2마리 무리를 7건, 단독활동 개체를 5건 발견하였다. Tun Yin (1967),

Medway (1969), Prater (1971), Lekagul & McNeely (1977), Payne et al. (1985)도 두 마리 이상으로 이루어진 담비 무리 구성을 언급하고 있다. 담비속의 다른 종들은 주요 먹이가 소형포유류에 국한되지만, 담비의 경우 중대형 동물을 사냥함으로 무리생활이 먹이활동에 유리하게 작용한다고 판단된다.

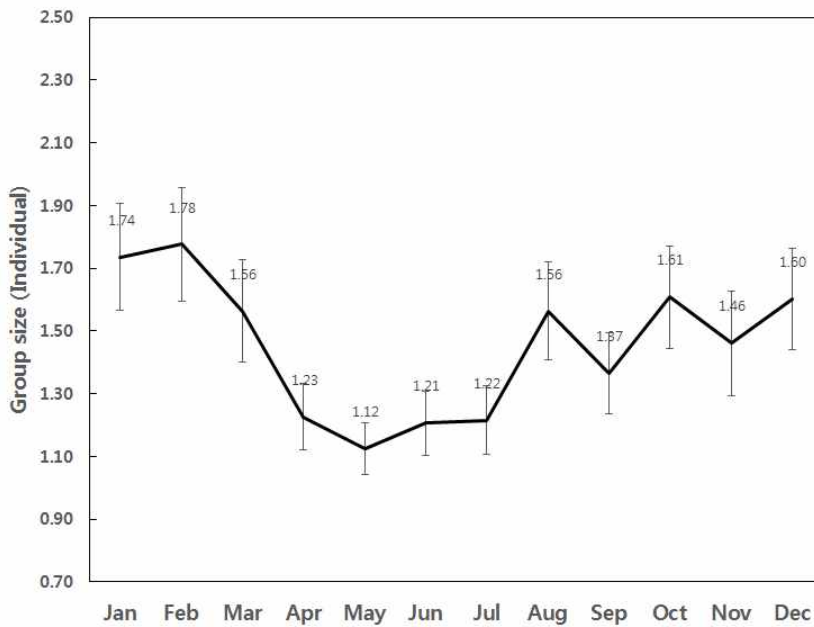


Fig. 27. Group size variation of Yellow-throated marten

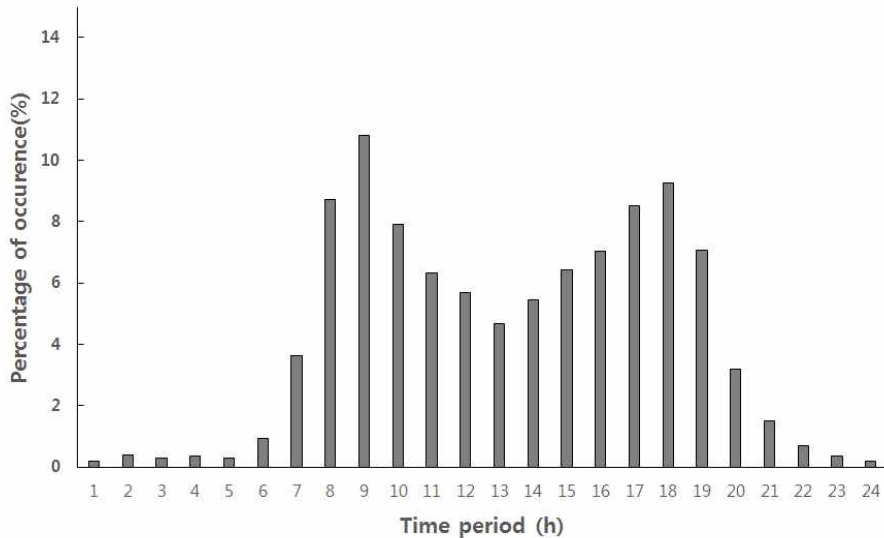


Fig. 28. Active time index of yellow-throated marten

2) 서식밀도

지리산국립공원에서 5개체의 담비에 대한 동시 원격무선추적 자료와 무인센서카메라를 통한 개체 구별을 통해 담비의 서식밀도를 추정하였다. 지리산국립공원 일대에서 2011년 10월에서 2012년 1월까지 C, D, E, F, G 개체에 대한 원격무선추적이 동시에 진행되었으며, 발신기의 종류와 색깔에 따라 센서카메라를 통한 개체 구분이 가능하였다. 겨울철 행동권이 확대되기 전 4개체의 전체 행동권이 포함되는 공간의 면적은 약 60km²으로 나타났다. 이 행동권 내 지역에서 동시에 센서카메라에 촬영된 담비는 아성체 2마리와 암컷 성체 1마리로 구성된 2개의 무리, 아성체 1마리와 암컷 성체 1마리로 구성된 1개의 무리, 수컷 성체 2마리로 구성된 1개의 무리가 반복적으로 출현하였다.

즉 C와 G 및 다른 1마리로 구성된 무리, F와 다른 1마리로 구성된 무리, D와 E 및 다른 1마리로 구성된 무리, 그리고 수컷 2마리로 구성된 1개 무리이다. 따라서 60km²의 산림 면적에 담비 총 4개 무리, 10 개체가 서식하고 있음을 추정할 수 있다. 그러나 암컷 무리가 겨울철 행동권이

넓어지고 수컷의 경우 60km² 범위 보다 넓은 면적에서 서식하는 점을 고려할 때 지리산 산림지역에서 담비의 서식밀도는 10km²당 약 1.0-1.6마리로 판단된다. 따라서 지리산 국립공원 전체(440km²)에 44에서 70마리의 담비 서식이 추정 가능하다. 최소존속개체군을 50마리로 보았을 때 지리산국립공원 내에서 담비 개체군의 생존은 지속가능하지만, 보다 안정적인 서식과 유전적 교류를 위해서는 백두대간 생태축을 통한 다른 산림지역과의 연결성 확보가 전제되어야한다.

제 2절 이동특성

1. 겨울철 이동특성

눈 위 발자국 추적 조사는 북위 35도 이상의 적설이 수개월간 지속되는 지역에서 *Martes*속의 행동생태를 파악하는 유용한 방법으로 알려져 있으며(Proulx and O'Doherty, 2006), 북미에 서식하는 American marten (*Martes americana*), 유럽에 서식하는 Pine marten (*Martes martes*) (Gosczyński et al., 2007; Jedrzejewski and Zalewski, 1993)에 대한 겨울철 생태특성 연구가 이루어진 바 있다. 우리나라는 북위 33~43도에 위치하고, 겨울철 건조한 시베리아 기단의 확장으로 연평균 강설량이 최대 262cm에 달하므로(장, 2003) 눈 위 발자국 추적 연구에 적합한 조건을 가지고 있다. 따라서 눈 위 발자국 추적 조사를 통하여 담비의 겨울철 먹이활동 및 행동습성, 이동경로를 파악하고자 하였다. 지리산과 속리산에서 총 12회, 45.5km의 구간에 걸쳐 실시한 담비의 눈 위 발자국 추적 구간과 경로는(Table 12, Fig 29)와 같다.

일반적으로 *Martes*속에 속하는 종들이 단독생활을 한다고 알려져 있지만(Newman et al., 2011), 담비는 무리를 이루고 있었다. 같은 무리의 담비는 이동할 때에는 같은 경로로 이동하여 발자국이 합쳐지고, 먹이를 탐색 할 때에는 5~10m 내외의 거리를 두고 흩어졌다 합류하는 행위를 반복하였다. 이동 중 향문샘을 돌이나 나무에 문질러 분비물을 묻히는 행위의 결과로 보이는 흔적이 있었으며(n=54), 족제비과의 이러한 행위는 무리 밖 개체와 서로 간 복잡한 행동생태가 존재함을 의미한다(Hutchings and White, 2000). 그러나 눈 위 발자국 추적만으로는 성별과 연령에 대한 구분이 어려울 뿐만 아니라 담비 무리의 사회적 구조에 대해서는 기존에 연구된 바가 없어 이러한 행위에 대한 세부적 이해에는 어려움이 있었다.

Table 12 Details of snow-tracking routes

Date	Location	Features	Vegetation	Tracking length (km)	Group size (individuals)
1/5/2011	Boeun-1	Forest edge (ridge,slope)	Mixed	5.3	6
1/26-1/27/2011	Boeun-1	Forest edge(ridge,slope)	Mixed	15.0	6
2/18/2011	Boeun-2	Forest interior(slope)	Coniferous	1.6	3
3/27/2011	Uljin	Forest interior(ridge)	Coniferous	1.6	4
12/24-12/25/2011	Namwon	Forest interior(slope)	Deciduous	2.5	2
12/24-12/25/2011	Namwon	Forest interior(valley)	Deciduous	2.0	2
1/19/2012	Gurye	Forest interior(ridge,slope)	Deciduous	2.5	2
1/20-1/21/2012	Gurye	Forest interior(valley)	Deciduous	1.9	2
1/24/2012	Gurye	Forest interior(valley)	Deciduous	1.2	2
2/1-2/2/2012	Namwon-2	Forest interior(valley)	Deciduous	8.7	3
2/3/2012	Namwon-2	Forest interior(valley)	Deciduous	3.3	3
2/3/2012	Namwon-2	Forest interior(valley)	Deciduous	0.2	1
				T o t a l	Mean
				45.5km	3.0 ± 1.60

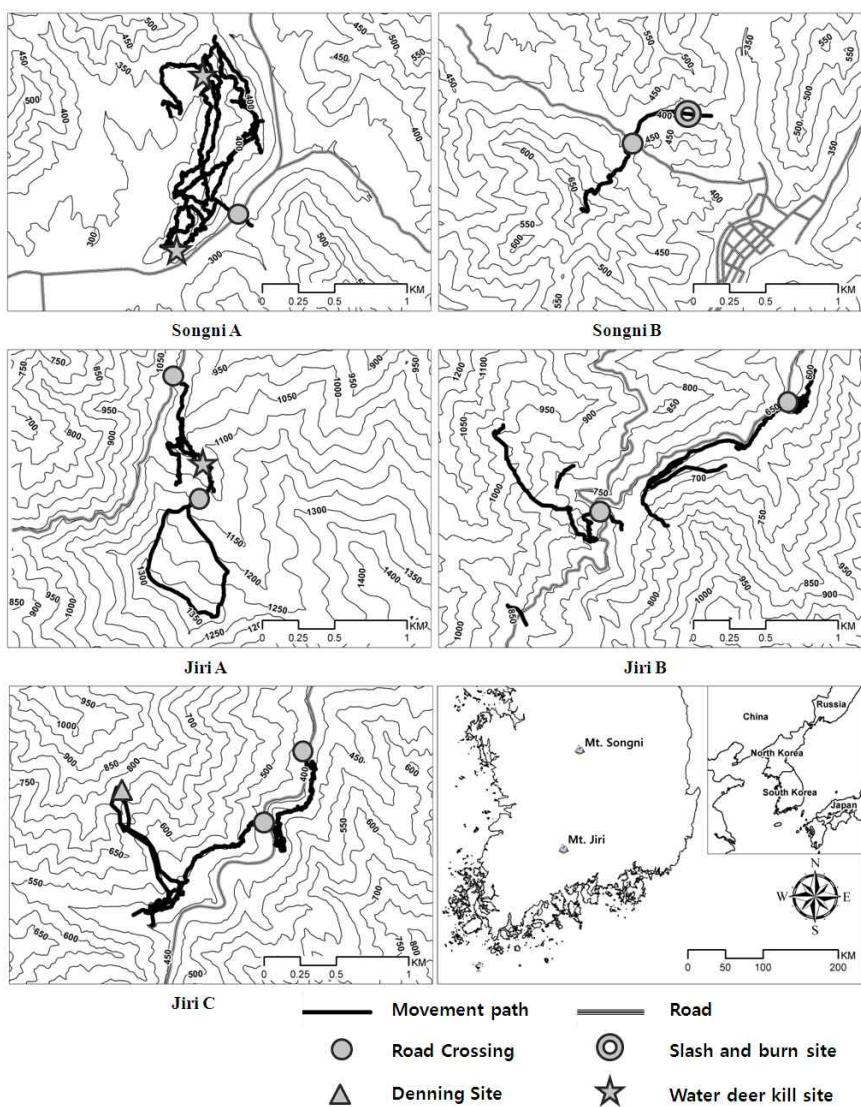


Fig. 29. Locations and snow tracks of yellow-throated marten in Songji and Jiri mountain areas

Table 13 Routes and movements of the yellow-throated marten

Type of activity	No. of observation (n)	% of total	n/1km of trail
Climbing trees	15	24.19	0.53
Travelling in tree crowns	2	3.23	0.07
Overnighting in talus	2	3.23	0.07
Walking along fallen logs	7	11.29	0.25
Crossing road on the ground	8	16.13	0.35
Crossing underpass	4	6.45	0.14
Crossing stream	8	12.90	0.28
Walking along road	1	1.61	0.04
Crossing under the fence	1	1.61	0.04
Walking along forest edges	2	3.23	0.07
Walking out of forest into meadows and fields	5	8.06	0.18
Approaching forest edges	1	1.61	0.04
Entering thinning area	3	4.84	0.11
Approaching buildings	1	1.61	0.04
Total	59	100	
Lenth of snow tracks (km)	45.5		

Table 14 Observation of the traces during snow-tracking

Type of activity	Observations	No. of observations (n)	% of total	n/1km of trail
Searching	Piles of logs	2	1.67	0.04
	Heaps of branches and brushwood	1	0.83	0.02
	Rootstocks and roots	7	5.83	0.15
	Pits, burrows, ground holes	11	9.17	0.24
	Brushes in undergrowth	3	2.50	0.07
	Cut trees	1	0.83	0.02
	Bases of tree trunks	2	1.67	0.04
	Hollows in bases of tree trunks	4	3.33	0.09
	Tree with hollows	1	0.83	0.02
	Nests	1	0.83	0.02
	Resting places of water deer	4	3.33	0.09
	Tree crowns	1	0.83	0.02
Attacks and foraging	Carcass, bloodstain, hair or feather	17	14.17	0.37
Territory marking	Feces	48	40.00	1.05
	Urines	15	12.50	0.33
	Marking	2	1.67	0.04
Total		120	100	
Length of snow tracks (km)		45,5		

Table 15 Herbivorous diet of the yellow-throated marten examined on feces and left-over food during the snow-tracking

Family	Scientific name	Common name	No. of observation (n)	Harvesting season	Remarks
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i>	Bower actinidia	6	Sep.-Oct.	Seed in feces
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	Persimmon	5	Sep.-Oct.	Seed in feces
	<i>Diospyros lotus</i>	Date plum	7	Oct.	Seed in feces
Rutaceae	<i>Phellodendron amurense</i>	Amur cork tree	1	Oct.-Nov.	Seed in feces
Aquifoliaceae	<i>Ilex macropoda</i>	Macropoda	1	Sep.-Oct.	Seed in feces

Table 16 Carnivorous diet of the yellow-throated marten as determined by snow-tracking

Class	Order	Scientific name	No. of observation(n)	Activity pattern	Remarks
Mammalia	Rodentia	<i>Muridae</i>	3	Nocturnal	Bones in feces
		<i>Sciurus vulgaris</i>	5	Diurnal	Carcass
		<i>Pteromys volans</i>	3	Nocturnal	Carcass
	Artiodactyla	<i>Hydropotes inermis</i>	3	Crepuscular	Carcass
	Carnivora	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1	Nocturnal	Carcass
	Lagomorpha	<i>Lepus coreanus</i>	1	Nocturnal	Hairs in feces
Aves	Passeriformes	<i>Garrulus glandarius</i>	1	Diurnal	Feathers in feces
	Columbiformes	<i>Streptopelia orientalis</i>	3	Diurnal	Carcass
Insecta	Hymenoptera	<i>Vespa simillima</i>	1	Diurnal	Cuticles in feces

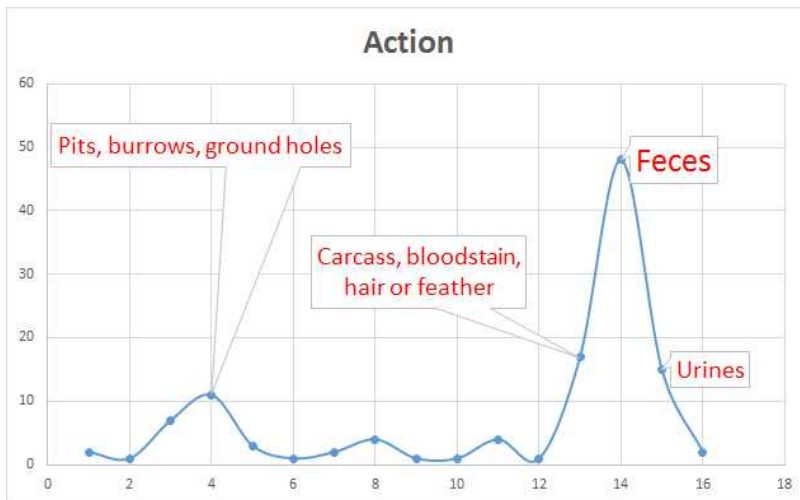


Fig. 30 Behavior frequency of yellow-throated marten in winter season

눈 위 발자국 추적 결과 담비의 먹이탐색은 땅 위의 작은 구멍이나, 나무 뿌리, 나무 더미, 관목림 하층부 등을 수색하면서 이루어지고 있었으며, 나무를 타고 올라가 나무 동공이나 비어있는 새둥지를 수색하는 행동도 확인되었다(Table 14). 이러한 행동은 설치류, 멧토끼, 고라니 등의 은신처 급습을 통한 사냥이나, 하늘다람쥐 등이 저장해 놓은 먹이를 찾는 것이 주요 목적인 것으로 판단된다. 먹이 탐색 흔적은 1km당 0.84

개가 발견되었고, 먹이 사냥 성공 흔적은 1km당 0.37개로 나타났으며, 사냥 성공률은 30.9%였다. 폴란드에서 Pine marten (*Martes martes*)의 눈 위 발자국 추적결과 1km당 4.1개의 설치류 사냥흔적이 발견되었고, 사냥 성공률은 65%로 조사되어(Jedrzejewski et al., 1993), 우리나라 산림에서 담비의 사냥 빈도와 성공률이 낮게 나타났다. 이는 우리나라 담비의 경우 설치류 중심의 소형종을 사냥하는 pine marten에 비해 고라니와 같은 중대형 종을 사냥하는 특성에 기인한 것으로 생각된다. 한편 영역표시 흔적은 1km당 1.43개가 발견되었고, 이 중 똥이 48곳(73%), 오줌 15곳(23%), 발톱자국이 2곳(3%)을 차지하였다. 전체 행동에서의 중단독행위 중 가장 많이 차지한 행동은 배설(48%)로 나타났다(Fig. 30).

담비의 이동경로와 유형을 살펴보면(Table 13) 대부분 땅 위로 이동하고 있지만, 나무 위로 올라간 것이 15차례, 수관을 타고 이동한 것이 2차례, 쓰러진 나무 등걸 위를 통과한 것이 7차례 발견되었다. 러시아 연해주에서 담비는 적설량이 많으면 수관에서만 생활하고, 8-9m 거리의 나무 가지 사이를 점프할 수 있다는 것을(Heptner and Sludskii, 2002) 감안할 때, 적설량이 많으면 나무를 자유자재로 오를 수 있는 담비의 특성상 나무에 의존하는 비율이 높아질 것으로 판단된다. 추적 중 잠자리는 1회 발견되었으며, 7부 능선 해발 740m 남동사면에 위치한 너덜지대(talus)의 바위굴에 위치해 있었다. 발자국 상태를 볼 때 굴은 2~3일 정도 지속적으로 사용한 것으로 판단되며 굴 입구에는 배설물이 다수(n=12) 쌓여 있었다. 족제비과 동물의 굴의 방향은 일반적으로 일조량이 많은 남향과 동남향을 선호하고(Bicik et al., 2000), 서향을 기피하는 것으로 보고된바 있다(Kaneko et al., 2005). 너덜 내부는 수증기 응결 효과와 지하수 결빙잠열에 의해 외부보다 기온이 높게 형성되므로(Byun et al., 2004), 담비의 겨울철 체온 유지에 유리하여 잠자리로 적합한 장소로 판단된다. 담비가 잠자리로 사용한 너덜 구멍에서는 따뜻한 바람이 나오고 있었으며, 풍혈작용으로 입구의 눈은 녹아 있었다.

먹이사냥과 수색 흔적은 능선부에서는 1km당 0.80개, 사면과 계곡부에서 1km당 1.31개가 나타났다. 한편 배설물과 발톱자국의 영역표시 흔

적은 능선부에서 1km당 5.90개, 사면과 계곡부에서 1km당 0.80개가 나타났다. 따라서 겨울철 담비의 서식지 내 이동과 영역표시는 능선에서 이루어지지만, 먹이활동은 주로 사면과 계곡부 및 산림 가장자리에서 이루어지고 있었다.

식혼과 배설물을 통해 확인된 먹이는 동물성 9종, 식물성 5종으로서 잡식성의 특징을 나타내었으며(Table 15,16), 이는 Zhou et al.,(2011)이 중국 남부의 아열대림에서 밝혀낸 소형설치류, 과일, 조류, 곤충 등을 먹는 담비의 잡식 성향과 유사하다.

식물성 먹이로는 고욤(n=7), 감(n=5), 황벽나무 열매(n=1), 다래(n=6), 대팻집나무 열매(n=1)가 배설물에서 파악되었으며(Table 15), 나무에 올라 겨우내 가지에 달려있는 감(n=1)과 고욤(n=1) 열매를 따 먹은 흔적도 발견되었다. 이 중 감을 먹은 경우에는 과거 화전민터에 있는 5그루의 감나무 수피에 담비의 발톱흔적(n=4)과 감나무 아래 배설물(n=6)이 발견되어 수차례 반복하여 방문한 것이 확인되었으며, 화전민터의 과일수가 겨울철 주요 먹이 공급원의 역할을 하고 있다고 판단된다. 한편 열매가 저장된 장소를 찾아 먹은 2곳에 설치한 무인센서카메라에 하늘다람쥐가 저장해 놓은 다래(n=1)와 황벽나무 열매(n=1)를 담비가 찾아 먹는 모습이 촬영되었다. 따라서 겨울철 담비의 식물성 먹이 습득은 땅에 떨어지지 않고 일부 남아있는 열매를 따먹거나 하늘다람쥐와 같은 타 동물이 저장한 열매를 찾아서 섭취하는 것으로 판단되며 모두 과즙이 많은 열매라는 공통점이 있었다.

동물성 먹이로는 멧비둘기, 어치, 하늘다람쥐, 청설모, 멧토끼, 고라니, 너구리, 말벌이 확인되었는데, 쥐과(n=3), 멧토끼(n=1), 어치(n=1), 털보말벌(n=1), 청설모(n=2)가 배설물에서 파악되었으며, 사냥 흔적을 통해서는 너구리(n=1), 고라니(n=3), 하늘다람쥐(n=3), 멧비둘기(n=3), 청설모(n=2)가 발견되었다(Table 3). 담비는 나무를 쉽게 오르고 민첩하여 이처럼 청설모나 하늘다람쥐와 같이 주로 나무 위에서 생활하는 포유류와 일부 조류도 사냥이 가능한 것으로 판단된다. 털보말벌의 경우 관련 전문가(Dr. Choi, M.B. in Young Nam Univ.)에 분석을 의뢰한 결과 썩

은 나무기둥이나 바위틈에서 동면 상태 있는 여왕벌 개체를 섭식한 것으로 판단되었다. 하늘다람쥐의 경우 담비의 직접적인 사냥대상이 될 뿐 아니라 저장한 먹이도 빼앗겨 담비가 하늘다람쥐의 개체군에 직간접적인 영향을 줄 가능성을 확인하였다. 그 외 150m정도 멧토끼를 쫓아간 담비 발자국이 있었으나(n=2) 사냥 성공 흔적은 발견하지 못하였다.

담비의 고라니 사냥흔적은 속리산에서 2건, 지리산에서 1건이 발견되었다. 고라니 사체는 귀가 절반이상 뜯겨있고, 눈알이 파져 있으며, 목에 송곳니로 물린 상처가 있고, 주변이 담비의 발자국으로만 매우 어지럽게 덮여있어서 살아있는 개체를 담비가 직접 사냥한 것으로 판단하였다. 더욱이 사체 발견 지역은 국립공원구역으로 총포를 사용한 수렵이 금지되어 있고, 탈진으로 사망할 정도의 폭설이 없었으며, 주변에 올무 등의 밀렵 흔적이 없어서 담비가 이미 죽은 고라니를 발견할 가능성이 희박한 조건이었다. 2곳의 사체 주변에 무인센서카메라를 20일간 설치한 결과 담비가 평균 5일(± 1.2)마다 재방문하여 섭식하는 것이 확인되었으며, 담비 이외에 너구리(n=1), 족제비(n=2), 어치(n=5)가 겨울철 먹이 자원으로 활용하고 있었다.

담비의 고라니 사냥은 우리나라 산림의 먹이 피라미드에서 매우 중요한 의미를 지니는데, 호랑이, 늑대, 표범 등의 대형 육식동물이 사라진 현실에서 대형 초식동물의 천적 역할을 통해 이들 개체군에 영향을 미치는 생태계 조절자가 아직 존재한다고 볼 수 있기 때문이다. 몸무게 2~4kg인 담비가 체구가 훨씬 큰 고라니(8~14kg)를 사냥할 수 있는 것은 무리 사냥을 통해 가능한 것으로 보이며, 담비의 유사한 사냥 사례가 대만에서의 문착사슴(*Muntiacus reevesi*, 15~18kg)(Forestry Bureau of Taiwan, 2011), 러시아에서의 사향노루 (*Moschus moschiferus*, 9~11kg) (Heptner and Naumov, 1967), 네팔에서의 인도 산양(*Naemorhedus goral*, 35-42kg)(Sathyakumar, 1999)이 있다.

담비는 산림내부종으로 알려져 있지만(Matyushkin, 1993), 겨울철 먹이활동을 위해 설치류와 고라니, 멧토끼의 은신처가 되는 산림 가장자리를 수색하는 것이 확인되었다(Table 12). 먹이 탐색을 위해 산림 가장

자리의 관목림을 따라 이동하거나(n=2), 산림 밖 개활지나 과수원 및 농경지로 나오는 경우도 있었다(n=8). 이러한 점을 감안할 때 고라니, 멧토끼, 꿩 등을 사냥하기 위해서 이들이 은신하기 좋아하는 관목림을 수색하다 겨울철 야산에 흔하게 설치되는 멧토끼용 울무나 덧 등에 희생될 가능성이 크다. 담비의 겨울철 먹이활동과 이동은 산림의 지표면에서 집중적으로 이루어졌으며, 이는 Pine marten(*Martes martes*), Stone marten(*Martes foina*)의 겨울철 행동특성과 유사하다(Goszczynski and Posuszny, 2003). 폴란드에서의 눈 위 발자국 추적 연구(Goszczynski et al. 2007)와 비교하면 담비의 산림가장자리나 농경지로의 접근 빈도는 산림내부종인 Pine marten보다는 높게, 도시지역에도 적응한 Stone marten보다는 낮게 나타나 담비는 산림서식종이지만 산림내부에서 가장자리까지 폭넓게 서식지를 활용하고 있는 것으로 나타났다.

담비 똥은 31개(64.6%)가 바위 위에서, 15개(31.3%)가 쓰러진 나무 위에, 2개(4.2%)가 땅 위에서 발견되었다(Table 17). 족제비과의 동물은 분비물이나 배설물을 통해 다른 개체와 의사소통을 하고 자신의 영역을 표시하므로(Hutchings and White, 2000), 비교적 흔적이 오래 남을 수 있는 바위나 쓰러진 나무 위에 배설하는 것이 배설물을 통한 의사소통에 유리할 것이라 판단된다. 반면 오줌은 바위 위 5곳(33.3%), 쓰러진 나무 위 3곳(20.0%), 땅 위에서 7곳(46.7%)이 발견되어, 똥에 비해 장소를 가리지 않는 것으로 판단된다(Fisher's exact test: $F=13.83$, $p<0.01$).

전체 경로 대비 식생조건에 따른 먹이탐색과 영역표시의 선호 차이를 분석한 결과(Table 19) 통계적 유의성이 없었다(Fisher's exact test: $F=15.09$, $p<0.01$). 한편 먹이탐색과 영역표시 지점의 지형적 특성을 curvat 분석한 결과(Fig 31) 먹이탐색은 지형적 특징에 상관없이 이루어졌으며(one sample t-test, $t=0.25$ $df=29$ $p=0.60$), 영역표시는 볼록한 지점에서 이루어지는 경향이 있었다(one sample t-test, $t=5.50$ $df=25$ $p=0.01$). 무선추적 결과 능선지역이 행동권의 경계역할을 하는 것으로 나타나 능선에 영역표시를 하는 것이 다른 무리와의 의사소통에 있어 효율적인 것으로 판단된다.

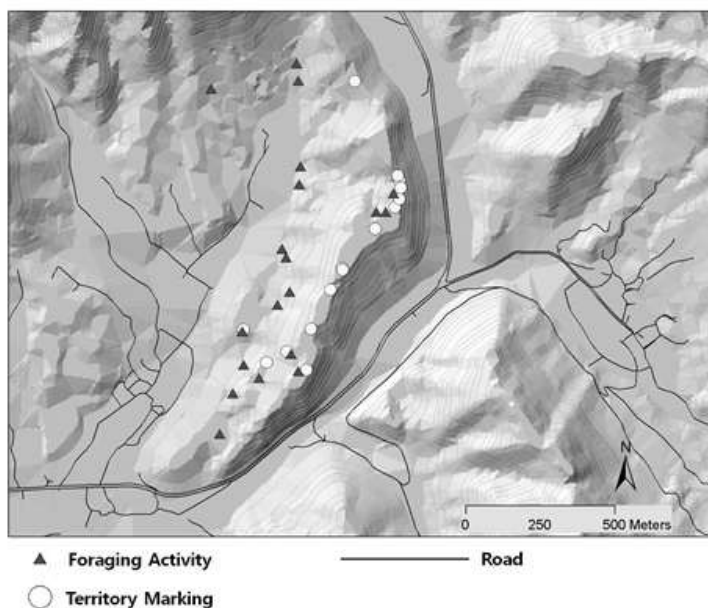


Fig. 31. Distribution of territory markings and foraging activities by yellow-throated marten

Table 17 Location of scats

	Feces		Urine	
	No. of observation (n)	% of total	No. of observation (n)	% of total
Rock	31	64,6	5	33,3
Log	15	31,3	3	20,0
Ground	2	4,2	7	46,7
Total	48	100	15	100

Table 18 Spatial behavior pattern

	Hunting and searching(n)	Marking territory(n)	Hunting and searching n/1km of trail	Marking territory n/1km of trail	T r a i l length(km)
Ridge	0	31	0	5,96	5,2
Slope, Velly	55	34	1,36	0,84	40,3
Total	55	65	1,21	1,43	45,5

Table 19 Vegetation type of behavior

Vegetation type	Movement route	Territory marking	Searching prey
Coniferous	19,96%	41,67%	16,22%
Deciduous	62,46%	33,33%	81,08%
Mixed	3,74%	25,00%	2,70%
Others	13,84%	0%	0%
sum	100,00%	100,00%	100%

2. 도로횡단 및 생태통로 이용

1) 도로 횡단

무선추적, 눈 위 발자국 추적, 직접목격을 통해 담비의 도로횡단 유형은 (Table 21)과 같이 정리되었다. 속리산 지역은 담비(A) 행동권 내에 왕복2차선의 아스팔트와 왕복1차선의 콘크리트 포장도로가 있으며, 무선추적 도중 1차선의 콘크리트 도로를 횡단하는 경우가 11차례 확인되었다. 1차선 콘크리트 도로를 횡단하는 지점은 모두 산림과 맞닿아있는 지점이었으며, 노면이 아닌 도로 위로 드리워진 큰 나무의 가지를 타고 횡단을 하는 경우도 1차례 목격이 되었다.

왕복2차선인 37번 국도가 지나는 활목고개는 도로 양편으로 산림이 접하고 있으나 무선추적 결과 2011년 1월까지 횡단이 확인되지 않았으며, 해당 도로는 행동권의 경계역할을 하였다. 그러나 무선추적, 눈 위 발자국 추적과 무인센서카메라 결과를 종합한 결과 2011년 1월부터 담비의 행동권이 확장되어 발신기를 부착한 담비를 비롯한 3마리가 37번 국도를 함께 횡단하여 장갑리, 금단산 일대에서 고라니, 멧비둘기, 하늘다람쥐 등을 사냥하는 것이 확인되었다. 이후 겨울동안 왕복 2차선인 6번군도와 신정리 임도, 37번 국도를 6차례 노면횡단 하면서 사냥을 하였다. 지리산의 담비(C, D, E, F, G)는 행동권 내에 있는 왕복2차선 도로인 861번 지방도를 횡단하였으며, C와 G개체는 겨울철 왕복 2차선인 737번 지방도를 횡단하여 심원, 덕동 일대까지 행동권이 확장되었다. 따라서 담비는 행동권 내 도로를 수시로 횡단하며, 겨울철에는 행동권 확장에 따른 도로횡단 빈도가 증가하는 것으로 판단된다.

한편, 담비가 도로를 횡단하는 것을 목격한 것은 5차례로, 산림에서 빠져나와 도로로 가까이 접근한 담비는 좌우를 살피지 않고 바로 도로를 뛰어서 횡단하였다. 무리가 도로를 건너는 경우 같은 지점에서 동시에 건너기도하고, 한 마리 씩 차례로 시간차를 두고 건너는 경우도 있었다. 눈 위 발자국 추적으로 담비의 도로 횡단 지점을 찾은 결과 역시 담비 발자국 형태가 망설임 없이 도로를 바로 건너는 것이 확인되었다.

따라서 교통량이 많은 도로일 경우, 주위를 살피지 않는 담비의 특성으로 볼 때 로드킬 위험이 높을 것으로 예측된다.

담비의 로드킬 사례를 살펴보면(Table 19) 주로 산림을 관통하는 2차선 도로에서 발생하였으며, 특히 아성체의 분산시기인 4월에서 6월과 겨울철 행동권이 확장되는 시기에 취약함을 알 수 있다. 분산중인 아성체는 익숙하지 않은 경관요소를 통과하게 되며 도로횡단 시에 로드킬의 위험이 커진다(Stenseth and Lidicker 1992). 지리산에서 무선추적 중이던 E개체의 경우에도 5월에 분산과정에서 로드킬로 폐사하였다.

담비는 넓은 행동권을 가지므로 행동권 내 도로를 포함하고 있을 가능성이 크고, 행동권 내 도로를 반복하여 횡단하기 때문에 담비 서식지 내 산림을 관통하는 도로에 있어서는 로드킬 저감 시설이 필요하다. 한편 2010년 이후 담비 로드킬 발견 사례가 증가하는 양상을 보여주고 있는데 개체군이 증가추세에 있는지, 도로로 인한 서식지 파편화가 심화되어 나타나는 현상인지 장기적인 관찰을 통한 판단이 필요하다.

Table 20 Road-kills of Yellow-throated marten

Location	Road	No. of Lanes	Land use	Date	Individual
Gurye	18 national road	2	Forest-Forest	Feb-2005	-
Gymje	712 local road	2	Forest-Farmland	Jan-2005	-
Cherolwon	463 local road	2	Forest-Forest	Nov-2006	Male, Subadult
Ulsan	1025 local road	2	Forest-Forest	Aug-2008	-
Hwasoon	22 national road	4	Forest-Forest	Jul-2008	
Hampyeong	2 county road	2	Forest-Stream	Jun-2009	--
Namwon	24 national road	2	Forest-Stream	Apr-2010	Male, Subadult
Wonju	55 expressway	4	Forest-Forest	Jul-2011	-
Chuncheon	56 national road	2	Forest-Farmland	Apr-2012	Subadult
Suncheon	15 national road	2	Forest-Stream	Apr-2012	Female, Subadult
Hongcheon	farm road	1	Farmland-Farmland	Jun-2012	Subadult
Gapyeong	37 national road	4	Forest-Forest	Jun-2012	Male
Bouen	22 national road	2	Forest-Farmland	Oct-2012	Male
Sangju	25 national road	4	Forest-Forest	Nov-2012	-
Wonju	55 expressway	4	Forest-Forest	May-2013	-
Hamyang	12 expressway	2	Forest-Forest	Jun-2013	-
Gunwi	919 local road	2	Forest-Forest	Sep-2013	-
Changnyen g	45 expressway	4	Forest-Forest	Oct-2013	-
Yangyang	44 national road	2	Forest-Forest	May-2013	-
Namwon	737 local road	2	Forest-Forest	Jun-2013	-

Table 21 Road Crossing pattern of Yellow-throated marten

Location	Road Name	Lane	Number of Crossing	Remarks
Jiri-mountain	861 local road (Seongsam-jae)	2	15	Radio-telemetry
Songni-mountain	forest road (Seonang-jae)	1	11	Radio-telemetry, Observe, Snow-tracking
Jiri-mountain	737 local road (Jeongryeng-chi)	2	1	Snow-tracking
Songni-mountain	37 national road	2	6	Snow-tracking, Observe, Radio-telemetry
Uljin	36 nationl road (Dapwoon-chi)	2	·	Observe
Jeongseon	16 county road	1	·	Observe
Songni-mountain	6 county road	2	2	Snow-tracking, Radio-telemetry
Songni-mountain	forest road (Sinjeong-ri)	1	6	Snow-tracking, Radio-telemetry

2) 생태통로 및 도로횡단구조물 이용

담비가 이용한 생태통로는 7개소가 확인되었으며, 육교형이 2곳, 터널형이 5곳이다(Table 21). 기존에 조사된 담비의 생태통로 이용 결과를 살펴보면 육교형은 대구-포항간 고속도로에 설치된 폭 6.8m의 통로에서 반복 이용이 확인되었으며(한국도로공사 미발표자료), 폭 22.4m의 백두대간 구룡령 생태통로에서도 반복 이용이 확인되었다(환경부 2010). 터널형 생태통로의 경우 오대산 국립공원의 왕복 2차선의 도로에 설치된 개방도 0.19(너비X높이/길이)의 통로와, 속리산 국립공원의 왕복 2차선의 도로에 설치된 개방도 0.3의 통로에서 반복 이용이 확인되었다(국립공원관리공단 2010).

생태통로에 무인센서카메라를 설치하여 모니터링 한 결과 영동고속도로 대관령구간의 터널형 생태통로(개방도 0.21)에서 8.5회/100일 빈도, 서울-춘천고속도로 홍천구간의 터널형 생태통로(개방도 0.08)에서 3.1회/100일 빈도로 담비 이용이 확인되었다. 지리산 861번 지방도 하부를 통과하는 수로관(지름 0.5m)에서는 17.3회/100일 빈도로 가장 빈번한 이용을 보였다. 한편 861번 지방도에 설치된 개방도 2.0의 터널형 생태통로 내부에서는 미끼추적을 위해 놓은 비즈가 섞인 담비 배설물이 발견되어 담비가 이용하였음을 확인하였다.

최태영 등(2012)에 따르면 생태통로와 도로횡단구조물의 이용에 있어 포유류 종별로 선호하는 유형이 다르게 나타난다. 설치류, 삵, 족제비, 수달은 수로관처럼 규격이 작은 구조물로도 통로의 기능이 충분하며, 멧토끼와 고라니는 규격이 큰 구조물을 선호한다(최태영 2007). 본 연구 결과 담비는 수로관과 같은 작은 구조물을 충분히 통과하며 따라서 담비에 적합한 생태통로 계획에 있어서는 규격 조건보다는 적절한 위치선정과 유도펜스 설치가 중요하다고 판단된다. 보다 다양한 규격의 도로횡단 구조물 이용현황을 파악을 통한 담비의 생태통로 선호도 파악과 도로횡단지점에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

Table 22 Road crossing structure and wildlife passage used by yellow throated marten

Location	Road	Name	Lane	Type	Size(m)	Openness	Using pattern	Frequency of passing (n/100days)	Source(Method)
Express way	20	Expressway	4	overpass	L55,W6,8	•	repeated	•	Korea Expressway Corporation
Guryong-ryeong	56	National road	4	overpass	L30,W22,4	•	•	•	Ministry of Environment
Jiri-mountain	861	Local road	2	underpass	L15,W6,H5	2,0	•	•	This study(Bait marking)
Odae-mountain	6	National road	2	underpass	L8,W2,H0,75	0,19	repeated	•	Korea National Park Service
Songni-mountain	922	Local road	2	underpass	L10,W6,H5	3,0	repeated	•	Korea National Park Service
Jiri-mountain	861	Local road	2	•	R 0,5	•	repeated	17,3	This study(Camera trap)
Jiri mountain		Forest road	2	•	R 1,0	•	repeated	•	This study(Snow-tracking)
Gangneung	50	Expressway	4	underpass	L60,W5,0H3,0	0,21	repeated	8,5	This study(Camera trap)
Inje	56	Local road	4	•	L30,W3,5,H3	0,35	repeated	3,1	This study(Camera trap)
Hongcheon	60	Expressway	4	underpass	L78,6,W2,5,H2,5	0,08	repeated	2,4	This study(Camera trap)



Fig. 32. Underpass at 50 express way



Fig. 33. Pipe use as passage at Jirisan National Park (R 0.5)

3. 분산특성

분산은 동물 개체가 태어난 곳을 벗어나 이동하는 것을 의미한다 (Jonhson and Gaines 1990). 분산은 행동권 내 이동과 계절별 이주와는 다른 양상을 나타낸다(Sinclair et al., 2007).

무선추적 결과 담비 3개체의 분산현상을 확인하였다. 지리산에서 포획하여 무선추적을 실시한 D개체는 E개체, 발신기를 부착하지 않은 1개체와 함께 무리를 이루었다. 포획당시 D개체와 E개체는 출산을 겪지 않은 2011년 봄에 태어난 아성체였으며 자매관계이며, 발신기를 부착하지 않은 개체는 이들이 어미로 추정되었다. 무선추적 당시 D와 E 개체

의 위치는 동일하였으며, 무인센서카메라 항상 3개체가 함께 촬영되었다. 이들 무리 조합은 2011년 8월부터 2012년 4월까지 유지되었으나, 2012년 4월부터 D와 E개체가 신호가 지리산에서 사라졌으며 무인센서카메라에도 더 이상 촬영되지 않았다. 위치가 파악되지 않던 E개체는 5월에 전남 순천시 송광면 15번 국도에서 로드킬 사체로 발견되었다. 태어난 곳이며 기존 서식지인 지리산에서 직선거리로 40km, 산림을 따라 이동한 경로로 추정하면 77km에 이른다(Fig. 34). 로드킬로 폐사하지 않았다면 E개체는 보성방면 천봉산 혹은 호남정맥 존재산 방면으로 더 이동했을 것으로 추정된다. 따라서 본 사례를 통해 일반화할 수는 없지만 암컷 담비의 분산 능력은 직선거리로 40km 이상 되는 것으로 판단된다. D개체의 경우는 2012년 4월에 지리산을 벗어난 것이 확인되었으나, 분산 방향과 거리는 확인되지 않았다. 한편 F개체 또한 2011년 봄에 태어난 아성체였으며, 어미와 무리를 이루어 생활하다 2012년 4월 이후에 사라져 분산한 것으로 추정되며 분산방향 및 거리와 생존여부는 확인되지 않았다.

분산하는 개체는 행동권을 안정적으로 유지하는 기존 개체보다 낮은 생존율을 보인다. Byrom and Krebs(1999)에 따르면 정주하는 Arctic ground squirrel (*Spermophilus parvii*) 개체의 생존율은 73%인데 반해 분산하는 개체의 생존율은 25-40%에 머물렀으며, 분산거리가 길어질수록 포식자에게 노출될 위험도 높아졌다. 캐나다에서 American marten의 경우에도 분산거리가 길어질수록 생존율이 낮아지는 것으로 나타났다(Johnson et al., 2008).

분산의 유형은 번식체계에 따라 양상이 달라지는데(Greenwood 1980; Dobson 1982; Greenwood and Harvey 1982), 일반적으로 암컷은 서식지 내의 자원을 유지하고 수컷은 짝짓기 할 대상을 찾는데 집중한다(Sinclair et al., 2007). 일부다처동물들은 주로 수컷이 분산하며, 일부일처동물의 경우 암·수 모두 분산하는 성향이 있다(Stenseth and Lidicker 1992). American marten 암컷의 평균분산거리는 4km, 수컷은 평균 18km로 수컷의 분산거리가 길게 나타났다(Johnson et al., 2008).

반면 Fisher는 암·수 분산거리가 동등하게 나타났다(Arthur *et al.*, 1993; Boyd and Pletscher 1999). 담비의 경우 수컷의 분산거리는 알려지지 않았지만 일부다처제 동물로 수컷의 분산거리가 암컷보다 길 것으로 추정되며, 40km 이상의 분산 능력이 있는 것으로 판단된다.



Fig. 34. Dispersal route of Yellow-throated marten

제3절 먹이습성

1. 먹이구성

1) 분류군별 먹이구성

연구기간 동안 총 952개의 담비 배설물을 수집 분석하였다. 배설물에서 나온 담비의 먹이자원은 식물성, 포유류, 조류, 양서파충류, 곤충류의 다양한 분류군에 걸쳐 68종, 1472개의 먹이원으로 구성되어 있었다. 각각 배설물 내용물은 하나의 분류군에서부터 4가지 분류군을 함께 포함하기도 하였다($\mu=1.46$ SD=0.70). 상대출현빈도(RPO)에서 식물성 먹이가 42.3으로 가장 높은 빈도를 보였다. 이어서 포유류(29.8), 조류(11.3), 곤충류(8.2), 꿀(4.7), 양서파충류(1.8) 순으로 빈도가 높게 나타났다. 섭식한 바이오매스 비율(PB)에 있어서는 식물성이 57.3으로 가장 많은 비중을 차지했으며, 포유류(20.4), 꿀(6.7), 조류(6.0), 곤충류(4.9) 순으로 나타났다.

담비는 식물성 열매에서 포유류, 조류, 꿀, 양서파충류까지 먹이의 범위가 넓은 잡식성으로 나타났다. 사냥을 필요로 하는 동물성 먹이 외에 채집활동을 필요로 하는 열매와 꿀이 담비 먹이에서 바이오매스 비율 기준으로 64.0%를 차지하여 중요한 먹이 자원으로 파악되었다.

담비 배설물에서 동정된 식물은 총 13목 16과 21종이었으며(Table 22), 동물성 먹이는 포유류 7목 11과 16종, 조류 5목 9과 11종, 곤충 2목 4종, 파충류 1목 1종, 양서류 1목 1종으로 나타났다(Table 23).

상대적출현빈도(RPO)로 볼 때 식물성 먹이에서 다래가 27.58로 가장 높았고, 버찌(3.60), 감(3.33), 고욤(2.72) 순으로 나타났다. 이밖에 머루, 으름, 오디, 헛개, 앵두 등의 열매를 섭식하였다. 식물성 먹이는 모두 과즙이 많은 과일로서 담비가 단맛이 나는 열매를 주로 섭식하는 것으로 나타났다. 기존에 담비의 식이물에 대한 체계적인 연구는 이루어지지 않았지만(Harrison et al. 2004), 담비가 잡식성이고 열매를 섭식한다고 알려져 있다(Gao and Wang 1987). 담비의 소화기관을 거쳐 배설된 식물 종자는 발아율이 높아지므로(Zhou et al. 2008), 전체 식이물에서 열

매 비율이 높은 담비는 산림생태계에서 중요한 종자산포자라 할 수 있다. 담비와 서식지를 공유하는 삶은 먹이자원에서 설치류가 큰 비중을 차지하는 전형적인 육식동물(이오선 2008)로, 먹이의 범위가 넓은 잡식성인 담비는 삶과 다른 생태적 지위를 가지고 있음을 파악하였다. 포유류에서는 다람쥐가 4.96으로 가장 높았고, 청설모(4.28), 하늘다람쥐(3.53) 순으로 나타났다. 조류 중에서는 어치(1.97)가 가장 높았고 지빠귀류(0.48), 박새(0.30) 순이었다. 양서파충류에서 개구리류는 0.54, 뱀류는 1.29로 나타났다. 곤충류에서 말벌(6.7), 참땡벌(4.2), 털보말벌(2.1)로 말벌류가 상대적으로 높은 비율을 차지하였다.

바이오매스비율(PB)의 결과에서 식물성에서는 다래가 36.45로 가장 높았고 그 다음으로 감(8.39), 버찌(3.73) 순이었다. 포유류는 멧돼지 3.45, 고라니 2.25, 청설모 2.39 순이었다. 조류에서는 어치가 1.11로 가장 높았고, 양서파충류는 개구리류가 1.32로 나타났다.

배설물에서 나온 고라니와 노루의 털은 50%가 성체, 50%가 아성체의 것이었으며, 멧돼지 털은 20%가 성체, 80%가 아성체의 것으로 파악되었다(Fig. 21). 몸무게가 2~3kg인 담비가 고라니 성체(8~14kg)나 노루 성체(10-20kg)를 사냥할 수 있는 것은 2마리 이상의 무리 사냥을 통해 가능한 것이며, 유사한 사례가 대만; 문착사슴 11~13kg (www.forest.gov.tw)과 러시아; 사향노루 9~11kg (Makovkin 1999)에 있다. 멧돼지의 경우에는 성체가 150-300kg으로 담비 무리가 제압하기 어려우며, 아성체의 경우 무리에서 이탈한 개체를 사냥하는 것으로 판단된다. 이를 통해 담비는 우리나라에 현존하는 식육목중 유일하게 중형 유제류 개체수를 제어할 수 있는 종으로 산림생태계에서 중요한 지위에 있음을 파악하였다. 한편 배설물에서 나온 담비 털은 동족을 포식한 것이 아니라, 털 손질 과정 중(Grooming)에 유입된 것이라 판단된다.

조류는 어치 42건, 오목눈이 11건, 붉은머리오목눈이 9건, 멧비둘기 5건, 박새 1건 등으로 나타났다. 특히 미동정 알 껍질 5건을 통해 나무를 잘 타는 담비가 번식기에 조류의 둥지를 습격한다는 것을 파악하였다.

곤충류 먹이 중에서는 말벌류가 82.9%를 차지하였으며, 땅벌 1차례를 제외하고는 모두 여왕벌이 발견되었다. 가파른 곳을 잘 오르내리는 담비의 특성상 썩은 나무기둥이나 바위틈에서 동면 상태 있는 여왕벌 개체를 섭식한 것으로 판단되며, 이를 통해 담비는 말벌 개체군에 직접적인 영향을 미칠 가능성이 큰 것으로 판단된다. 한편 담비 먹이에서 꿀이 6.2%를 차지하였지만 배설물에서 꿀벌은 나오지 않았으며, 이는 담비가 꿀을 얻기 위해 벌집은 습격하지만 의도적으로 꿀벌은 먹지 않는 것을 의미한다.

포유류 종별 먹이 선호도를 분석한 결과 소형포유류의 경우에는 비단털들쥐와 다람쥐를 선호하며(Table 38), 중대형포유류의 경우에는 멧토끼와 고라니, 노루를 선호하는 것으로 나타났다(Table 37).

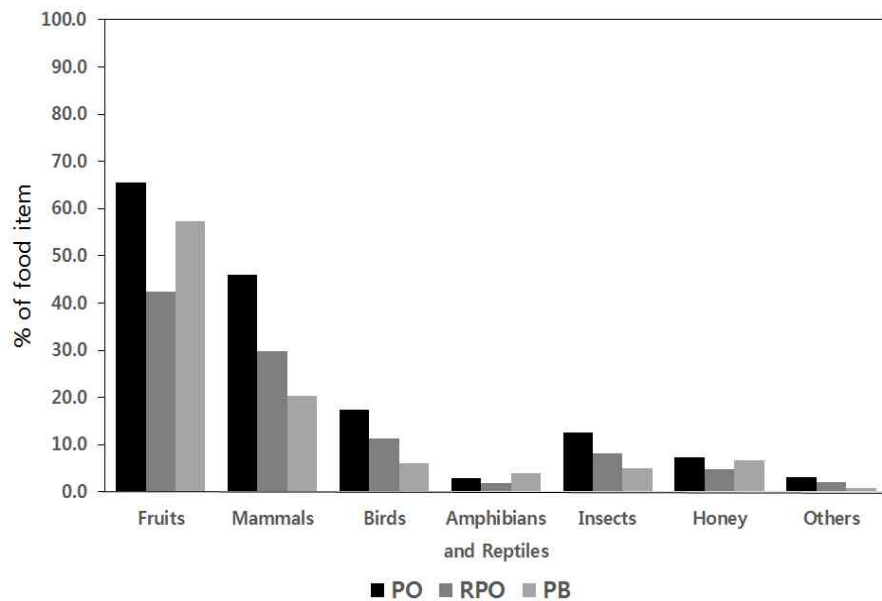


Fig. 35. Relative percentage of occurrence of overall food item of yellow-throated marten

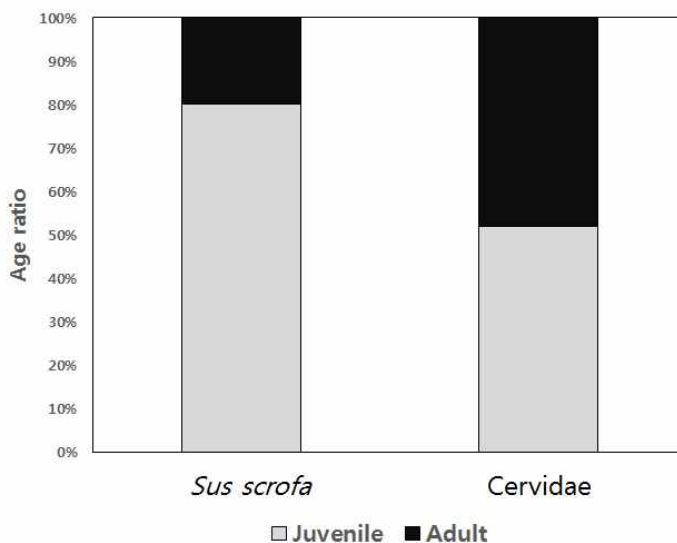


Fig. 36. Age ratio of *Sus scrofa* and Cervidae eaten by yellow-throated marten

Table. 22. Diet composition of the yellow-throated marten based on fecal analysis in Jirisan National Park. Percentage occurrence(PO), relative percentage occurrence(RPO), and percentage biomass ingested(PB) are given.

Food items			PO	RPO	PB
Order	Family	Species			
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus sargentii</i>	5.57	3.60	3.73
		<i>Malus sylvestiris</i>	0.11	0.07	0.08
Ericales	Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	5.15	3.33	8.39
		<i>Diospyros lotus</i>	4.20	2.72	2.89
	Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i>	42.65	27.58	36.45
Cornales	Cornaceae	<i>Cornus controversa</i>	0.11	0.07	0.01
Rosales	Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	0.32	0.20	0.50
		<i>Pyrus pyrifolia</i>	0.11	0.07	0.30
	Rosaceae	<i>Malus sieboldii</i>	0.11	0.07	0.05
		<i>Prunus tomentosa</i>	0.11	0.07	0.11
		<i>Prunus japonica</i>	0.11	0.07	0.01
	Moraceae	<i>Morus australis</i>	0.74	0.48	0.27
		<i>Cudrania tricuspidata</i>	0.84	0.54	1.01
Vitales	Vitaceae	<i>Vitis coignetiae</i>	0.74	0.48	0.39
Ranunculales	Lardizabalaceae	<i>Akebia quinata</i>	1.26	0.82	1.24
Thymelaeales	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus unbellata</i>	0.21	0.14	0.01
sapindales	Aquifoliaceae	<i>Llex macropoda</i>	0.63	0.41	0.64
Sapindales	Rutaceae	<i>Phellodendron amurense</i>	0.11	0.07	0.11
Celastrales	Celastraceae	<i>Celastrus orbiculatus</i>	0.32	0.20	0.31
Austrobaileyales	Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i>	0.21	0.14	0.08
papaverales	Fumariaceae	<i>Corydalis ochotensis</i>	0.11	0.07	0.01
poales	Poaceae		0.21	0.14	0.02
Unidentified			1.05	0.68	0.60

Table 24 Diet composition of the yellow-throated marten based on fecal analysis in Jirisan National Park. Percentage occurrence(PO), relative percentage occurrence(RPO), and percentage biomass ingested(PB) are given.

Food items			PO	RPO	PB
Order	Family	Species			
Mammals					
Rodentia	Muridae	<i>Apodemus agrarius</i>	0.61	0.95	0.23
		Unidentified	4.48	6.93	1.59
	Cricetidae	<i>Myodes regulus</i>	2.17	3.36	0.95
		<i>Sciurus vulgaris</i>	4.28	6.62	2.39
	Sciuridae	<i>Tamias sibiricus</i>	4.96	7.67	2.05
		<i>Pteromys volans</i>	3.53	5.46	1.93

Eulipotyphla	Soricidae	<i>Crociodura lasiura</i>	0.27	0.42	0.04
		<i>Crociodura shantungensis</i>	0.14	0.21	0.01
Erinaceomorpha	Erinaceidae	<i>Erinaceus europaeus</i>	0.07	0.11	0.02
Soricomorpha	Talpidae	<i>Talpa micrura</i>	0.34	0.53	0.16
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus coreanus</i>	1.29	2.00	0.45
Artiodactyla	Cervidae	<i>Capreolus pygargus</i>	0.68	1.05	1.32
		<i>Hydropotes inermis</i>	1.49	2.31	2.25
		Unidentified	2.11	3.26	3.45
	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	2.72	4.20	3.28
Carnivora	Mustelidae	<i>Meles leucurus</i>	0.14	0.21	0.04
		<i>Mustela sibirica</i>	0.07	0.11	0.07
	Canidae	<i>Procyonoides nyctereutes</i>	0.48	0.74	0.21
Aves					
Passeriformes	Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	1.97	3.05	1.11
	Timaliidae	<i>Paradoxornis webbianus</i>	0.07	0.11	0.04
	Aegithalidae	<i>Aegithalos caudatus</i>	0.20	0.32	0.04
	Paridae	<i>Parus spp.</i>	0.34	0.53	0.27
	Turdidae	<i>Turdus spp.</i>	0.48	0.74	0.31
		Unidentified	0.61	0.95	0.25
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia orientalis</i>	0.07	0.11	0.05
Piciformes	Picidae	<i>Dendrocopos major</i>	0.07	0.11	0.01
Galliformes	Phasianidae	<i>Phasianus colchicus</i>	0.14	0.21	0.09
		<i>Tetrastes bonasia</i>	0.20	0.32	0.20
Ciconiformes	Ardeidae	<i>Gorsachius goisagi</i>	0.14	0.21	1.00
		<i>Ardea spp.</i>	0.07	0.11	0.42
Egg			1.15	1.79	0.41
Unidentified			5.77	8.93	1.80
Insects					
Hymenoptera	Vespidae	<i>Vespa simillima</i>	4.31	2.79	2.06
		<i>Vespa crabro</i>	0.63	0.41	0.25
		<i>Vespa ducalis</i>	0.11	0.07	0.01
		<i>Vespa analis</i>	0.11	0.07	0.01
		<i>Vespa spp.</i> (remains)	1.47	0.95	0.65
		<i>Vespula koreensis</i>	2.31	1.49	1.19
		<i>Vespula spp.</i> (remains)	1.26	0.82	0.40
	Apidae	<i>Apis spp.</i>	0.11	0.07	0.01
	Tenebrionidae	Unidentified	0.11	0.07	0.01
Coleoptera	Lucanidae	<i>Dorcus titanus</i>	0.32	0.20	0.06
	Dynastidae	<i>Allomyrina dichotoma</i>	0.11	0.07	0.01
	Rutelidae	Unidentified	1.26	0.82	0.18
Orthoptera	Tettigoniidae	Unidentified	0.11	0.07	0.01
	Acrididae	Unidentified	0.42	0.27	0.07
Reptiles					

Squamata	Colubridae	<i>Elaphe rufodorsata</i>	0.14	0.21	0.23
Unidentified			1.15	1.79	2.42
Amphibians					
	Ranidae	<i>Rana spp.</i>	0.54	0.84	1.32
Decapoda	Cambaridae	<i>Cambaroides similis</i>	0.00	0.00	0.00

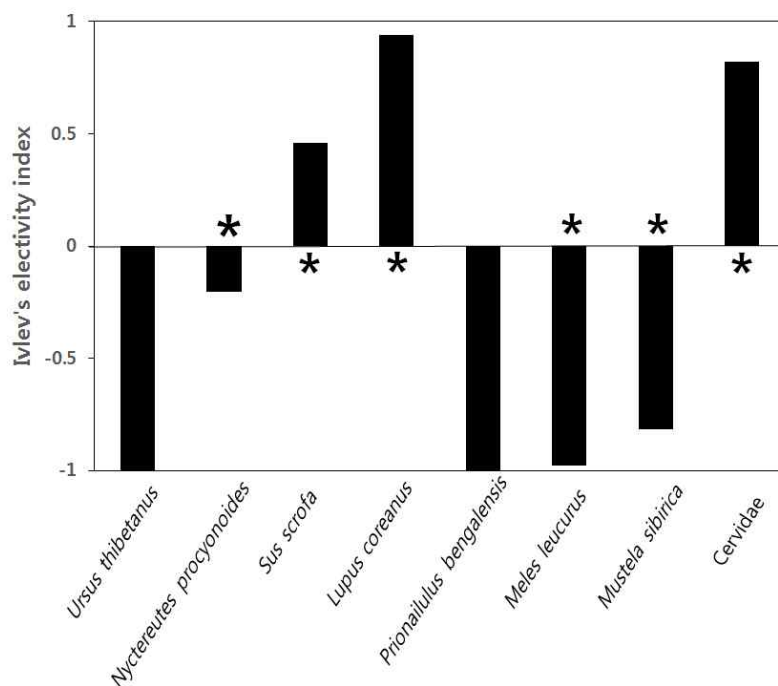


Fig. 37. Consumption of midium sized mammals derived from Ivlev's electivity index. An asterisk(*) denotes significant positive or negative selection according to Bonferroni simultaneous confidence intervals at $P < 0.05$.

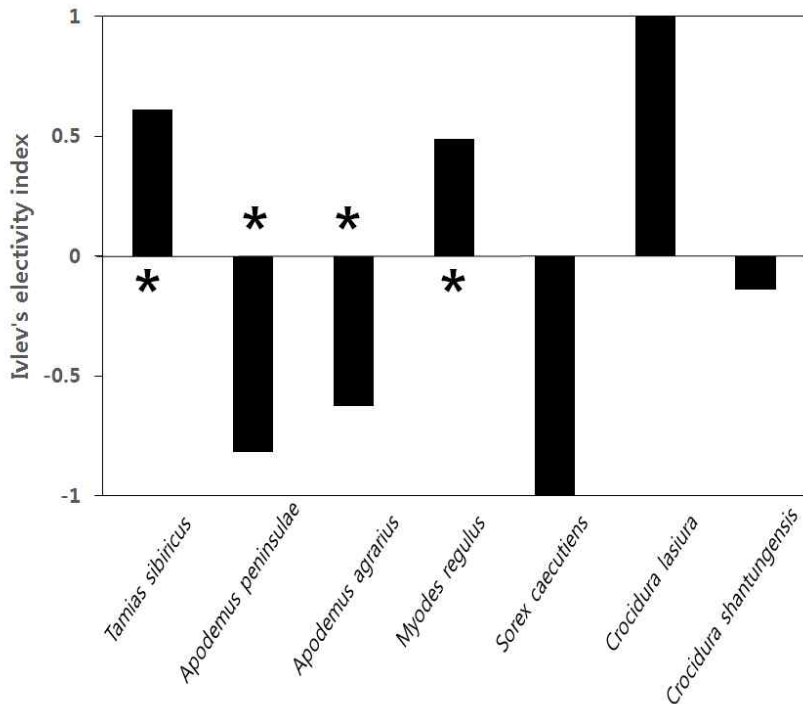


Fig. 38. Consumption of midium sized mammals derived from Ivlev's electivity index. An asterisk(*) denotes significant positive or negative selection according to Bonferroni simultaneous confidence intervals at $P < 0.05$.

2) 계절별 먹이구성

담비 배설물 건중량을 시기별로 분석한 결과 식물성, 포유류, 꿀, 조류, 곤충, 양서파충류에서 계절적 유의한 차이를 나타내었다($\chi^2 = 15280.66$, $d.f=21$, $P < 0.001$). 식물성 먹이는 봄, 여름, 가을에 유의한 차이를 보였으며 겨울에는 여름철과 비슷한 값을 나타내었다(ANOVA, $F=97.87$, $P<0.001$). 포유류는 봄, 여름, 가을에 유의한 차이를 보였고, 봄철과 겨울철은 비슷하게 높은 값을 나타내었다(ANOVA, $F=42.88$, $P<0.001$). 조류의 경우 여름, 가을, 겨울에 유의한 차이를 보였고 봄과 여름에 비슷한 값을 나타내었다(ANOVA, $F=27.93$, $P<0.001$). 양서파충류는 봄, 여름, 가을, 겨울 유의한 차이를 보였고 활동이 없는 겨울철에

섭식비율이 감소하였다(ANOVA $F=5.83$, $P<0.001$). 곤충류는 가을철 섭식비율이 증가하여 계절별 유의한 차이를 보였고(ANOVA, $F=4.28$, $P=0.01$), 꿀은 봄철과 여름철에 집중되어 계절별 유의한 차이를 보였다(ANOVA, $F=19.57$, $P<0.001$).

배설물의 분류군별 무게비로 볼 때 겨울철에는 식물성이 50.5%, 포유류가 40.5%, 조류 5.5%로 나타났다. 겨울임에도 식물성 먹이가 많은 비중을 차지하는 것은 가을철에 결실한 감, 고욤과 같은 열매가 겨울철에도 가지에 매달려 있어, 나무를 잘 타는 담비의 먹이로 활용된 것이라 판단된다.

봄철에는 포유류가 41.3%, 조류가 20.9%, 식물성이 28.5%로 나타나 열매보다는 주로 육식성 먹이에 의존하는 것을 알 수 있었다. 이 시기에는 대부분 식물의 생활사가 다시 시작되는 단계로 식물성 먹이가 부족하며, 봄철에 출현한 식물성 먹이는 5월부터 결실하는 버찌와 오디로 나타났다. 봄철에 번식하는 조류의 알도 이 시기 담비의 식이물로 나타났다.

여름철에는 식물성이 49.1%로 가장 많았고, 포유류 12.4%, 꿀 16.9%, 조류가 15.6%로 열매의 비중이 조금 높아졌다. 이시기의 열매는 버찌, 다래가 가장 많았다. 5, 6월에 집중적인 식물의 개화로 인해 밀원이 풍부해져 여름철에는 꿀의 비중도 높아졌다. 봄철과 여름철 배설물에서 조류 유조의 깃털 비중이 높아졌는데, 조류 번식기에 나무를 잘 타는 담비가 조류 둥지를 습격함을 알 수 있다.

가을철에는 식물성 77.1%, 포유류 15.2%, 곤충 5.9%로 나타났다. 이 시기에는 다래, 머루, 고욤, 으름 등의 열매가 결실을 맺는 때이므로 식물성 먹이의 비중이 매우 높아지며, 사냥에 의한 먹이 의존도가 낮게 나타남을 알 수 있었다.

전체적인 출현빈도로 보았을 때 식물성먹이는 가을철에 많이 섭식하였고, 겨울과 여름철에도 중요한 먹이자원으로 활용되었다($\chi^2=29.57$, $d.f=3$, $P<0.001$). 꿀의 경우에도 봄과 여름철 섭식이 집중되어 계절별 편차가 크게 나타났다($\chi^2=23.91$, $d.f=3$, $P<0.001$).

배설물 샘플당 먹이종다양성(H')은 전체 평균 0.45 ± 0.23 SD (range 0-2.31)으로 나타났다. 먹이지위쪽에 있어서 전체적인 담비 먹이 분류군과 다양도의 폭은 크게 나타났다($BS=0.56$). 그러나 계절별로 변동이 있어 겨울철($BS=0.39$)과 가을철($BS=0.32$)에는 Specialist의 성격을 나타내었다. 가을에는 결실하는 다래, 머루, 으름 등의 과실에 먹이가 집중되고, 겨울에는 감, 고욤과 같이 나무에 남아있는 열매와 사냥을 통한 청설모, 하늘다람쥐, 고라니 등의 포유류 먹이 의존이 높아졌다. 담비속 종들은 설치류 풍부도에 따라 전체 먹이에서 설치류의 먹이비율과 사냥행동이 유동적이다(Buskirk et al., 1996). 담비 또한 가장 구하기 쉬운 먹이자원에 집중하는 기회주의적 먹이성향을 보였다(Bermejo and Guitian 2000).

결과적으로 담비의 먹이습성은 계절별 시기별로 먹이자원의 생활사에 따라 유동적이며, 계절별로 뚜렷한 특징이 있음을 파악하였다. 시기적으로는 열매 자원이 없는 2월에서 4월까지가 전적으로 사냥에 의존해야 하는 만큼 먹이 자원에 있어서 담비에게 가장 취약한 시기로 판단된다.

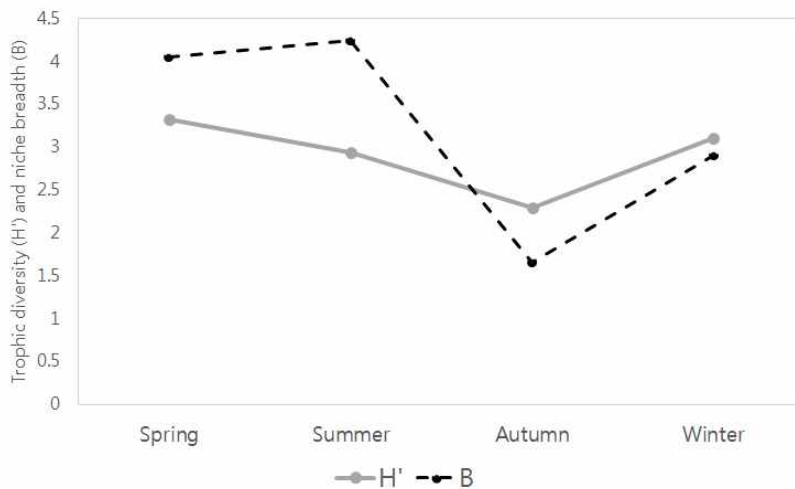


Fig. 39. Mean trophic diversity and niche breadth were calculated from the proportions of total frequency of occurrence represented by different food types in fecal sample collected

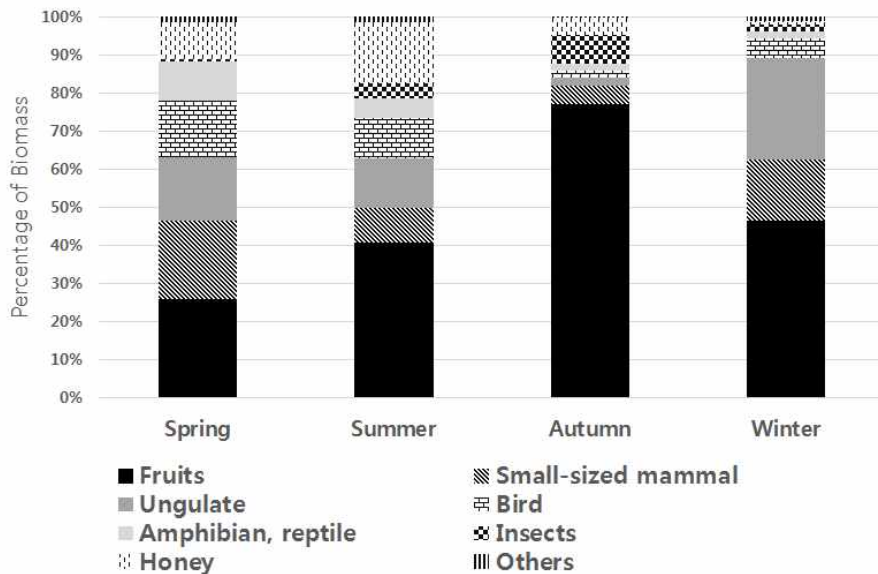


Fig. 40. Seasonal variations in the main food types for the yellow-throated marten. Eight main food types are expressed as relative percentage occurrence.

2. 종자산포능력

1) 담비의 먹이 소화 시간

담비 먹이실험 결과 먹이를 먹은 후 해당 먹이의 배설은 섭식 후 2시간이 지나서부터 시작되나 6시간이 지나도 배설을 하지 않는 경우도 있었다. 그러나 최대 24시간 내에 완전히 배설이 끝났다. 또한 2009년 5월 13일에 지리산 지역에 미끼를 설치하는 도중 오전 11시 40분에 설치한 미끼를 먹고 배설한 것을 3시간 후인 14시 40분에 최초 발견한 바 있으며, 발견당시 배설물에는 개미가 많이 모여 있어서 배설 후 어느 정도 시간이 지난 것으로 추측 되었다. 따라서 이 당시의 배설물은 미끼 설치 직후 담비가 먹이를 먹고 2시간 정도 뒤에 배설한 것으로 생각된다.

이후 코재 능선을 따라 미끼가 포함된 11개의 배설물을 추가로 발견

하였다. 12번째로 마지막 발견된 배설물은 미끼 설치 후 7시간 후에 발견 되었으며, 배설물의 모양과 건조 상태로 보아 수 시간 지난 것으로 추정되었다. 배설물에 곤충 껍질 등 다른 먹이가 많이 섞여 있는 것으로 보아 미끼 섭식 후에 곤충 등 다른 먹이를 추가로 섭식한 것을 확인 하였다.

이와 같이 먹이 급여 실험과 미끼 실험을 통해 담비는 먹이 섭식 후 2시간에서 24시간 이내에 소화 및 배설이 이루어짐을 파악하였다. 따라서 미끼가 포함된 배설물이 발견된 지점은 미끼 설치지점과 동일하게 하루 행동권에 포함됨을 추정할 수 있다.



Fig. 41. Baiting and finding locations

2) 미끼추적에 의한 행동권 및 이동거리

계곡과 사면, 능선으로 구분하여 12개 지점에 담비 미끼를 놓았고, 각각의 담비 미끼에는 비즈와 고무줄 조각을 섞어 각각의 미끼 위치별 특성을 파악할 수 있게 하였다. 배설물의 발견과 미끼 지점에 대한 확

인을 통한 미끼추적 결과 담비의 행동권은 24.6km²(미끼가 발견된 배설물의 최외각면적)로 나타났다. <Fig 24>과 같이 담비 행동권은 시암재, 차일능선, 형제능선, 왕시루 능선일부에 까지 형성되어 있었다.

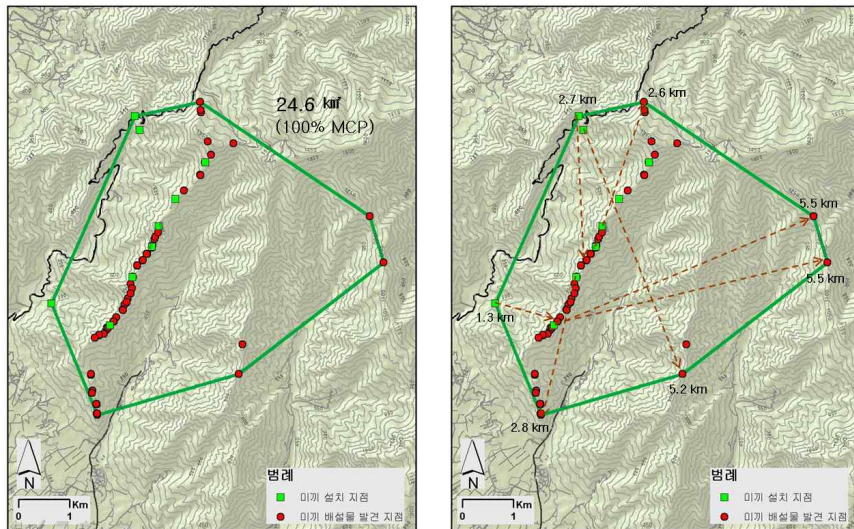


Fig. 42. Moving distance of baits

Table 25 Location of founded baits

Bait no.	Location	Vegetation	Bait identification no.
1	slope (In wildlife passage)	Decideous	2
2	slope	Decideous	2
3	valley	Decideous	0
4	slope	Decideous	0
5	valley	Decideous	2
6	ridge	Decideous	more than 10 times
7	ridge	Decideous	more than 10 times
8	ridge	Decideous	more than 10 times
9	ridge	Decideous	more than 10 times
10	ridge	Coniferous	more than 10 times
11	valley	Coniferous	0
12	ridge	Coniferous	more than 10 times

미끼 위치 특성별 배설물 발견 횟수는 <Table 24>와 같으며, 사면과 계곡보다 능선에 놓은 미끼의 발견빈도가 높게 나타났다. 이를 통해

담비는 주로 능선을 따라 이동하며 먹이활동과 배설도 능선 위주로 이루어짐을 파악하였다.

Table 26 Moving vertical distance of baits by yellow-throated marten

No. baits	Elevation	Vertical distance	Maximum distance
1	891m	1,057m	+ 166m
2	833m	774m	- 59m
3	677m	·	·
4	609m	·	·
5	258m	632m	+ 380m
6	1,208m	697m	- 510m
7	1,022m	430m	- 590m
8	1,000m	680m	- 320m
9	881m	1,317m	+ 598m
10	720m	327m	- 400m
11	409m	·	·
12	639m	1305m	+ 645m

Table 27 Moving horizontal distance of baits by yellow-throated marten

No. bait	Horizontal distance	Movement direction
1	2.7km	South
2	5.2km	South
3	·	·
4	·	·
5	1.3km	East
6	2.8km	East
7	4.1km	West
8	2.4km	North
9	3.0km	North
10	2.8km	South
11	·	·
12	5.5km	North

미끼 지점과 배설물 발견 지점의 이동거리 분석결과 <Table 26, 27>과 같이 수직거리로는 최대 645m, 수평거리로는 최대 5.5km 이동한 것으로 나타났다. 수직거리 이동 평균은 407.56±189.96m로 나타났으며, 수평거리 이동 평균은 3.31±1.28km로 나타났다.

원사봉 인근(해발 638m)에 놓은 12번 미끼의 경우 1.96km 떨어진 차 일봉 인근(해발 880m)과 5.5km 떨어진 코재인근(해발1,305m)에서 발견

되었다.

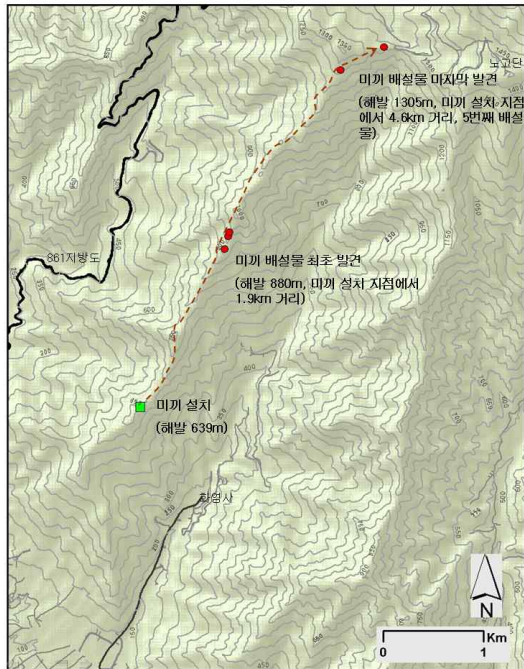


Fig. 43. Baits founded locations

담비 전체 먹이에서 바이오매스 비율로 볼 때 식물성 먹이는 57%를 차지하였다. 이 중 대부분은 다래, 버찌, 고욤, 오디와 같은 열매로 담비는 식육목이지만 과실을 좋아하는(Frugivory) 동물로 나타났다. 본 연구에서 담비의 평균종자 산포거리는 3.31km로 American marten의 평균종자산포 거리인 519m의(Hickey et al., 1999) 6배 이상으로 나타났다.

Howe and Vande Kerckhove (1981), Holthuijzen and Sharik (1985) and Murray (1988)에 의하면 조류의 평균종자분산 거리는 0-60m이며, 최대산포거리는 20-515m인 것으로 보고되었다. 또한 박쥐의 경우 최대종자산포거리가 207m이다(Janzen et al., 1976). 조류와 박쥐의 경우 비행에 있어 무게 절감이 중요하므로, 음식물의 장내 체류시간이 짧기 때문에 종자분산거리가 길지 않은 것으로 판단된다. 한편 McCanny and Cavers (1989), Anderson (1991), Augspurger and Kitajima (1992) and

Pleasants and Jurik (1992)에 따르면 바람에 의한 종자산포거리는 평균 0.01-10m 이며, 최대 1.5-225m이다.

Wilson(1993)에 따르면 담비속 동물은 척추동물 중에 블루베리류의 종자를 가장 멀리 옮기는 것으로 나타났으며, 본 연구에서도 다래, 고욤, 버찌 등의 종자산포거리가 긴 것으로 나타나 담비는 산림생태계에서 식물종자산포자로서 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다.

제 4절 보전적 함의

1. 담비의 보전적 가치

1) 담비가 생태계에 미치는 영향

(1) 식물생태계

담비의 식물성 먹이는 총 11과 14종으로 주로 다래, 감, 고욤, 머루, 버찌 등 단맛이 나는 열매를 섭취하였다. 담비가 섭취한 열매의 과육은 소화되고 종자는 그대로 배설되는데, 미끼추적 결과 섭식지점에서 최대 5.5km 떨어진 지점에 배설하고 1회 섭식 후 최대 14회에 나누어 배설하는 것이 확인되었다. 또한 서울대공원 사육개체(수컷 3마리)를 대상으로 한 먹이실험에서는 섭식 후 2~24시간에 걸쳐 평균 4.8 ± 1.6 회에 나누어 배설하는 것이 관찰되었다. 한편 담비의 소화기관을 거쳐 배설된 식물 종자는 과피가 벗겨져 발아율이 높아지는 것으로 연구된 바 있다 (Zhou et al., 2008). 따라서 하루 15.59km에 달하는 많은 이동거리와, 나누어 배설하는 담비의 특성을 고려할 때 담비가 산림 내에서 식물종자산포자로서 역할이 크다고 할 수 있다.

(2) 동물생태계

① 최상위포식자

담비의 동물성 먹이 종은 총 8목 9과 11종으로 나타났다. 먹이실험 결과 담비는 하루 평균 300g의 먹이를 섭식하며 연간 109kg의 먹이를 필요로 하는 것으로 나타났다. 담비의 설치류(소형포유류) 소화율 지수는 14, 고라니(중대형 포유류)의 소화율 지수는 50으로 나타났다. 배설물에서 분류된 설치류와 중대형 포유류의 각 건중량에 각각의 소화율 지수를 곱하여 담비 먹이의 생중량을 산출한 결과 담비 전체 먹이량(생중량)의 12.26%가 중대형포유류이며, 13.29%가 소형포유류로 나타났다. 따라서 담비 1개체는 연간 소형포유류 13kg, 중대형포유류 12kg을 섭식

하는 것으로 추정된다. 한편 담비의 포유류 먹이 중 단일종으로는 청설모가 가장 높은 비율(19.6%)로 나타나 청설모의 대표적인 천적이 담비로 나타났다.

종별로 살펴보면 담비 1개체가 연간 멧돼지 2kg, 노루나 고라니 11kg, 청설모 3.8kg을 섭식하는 것으로 추정된다. 멧돼지의 경우 털 분석 결과 담비가 섭식한 멧돼지의 80%가 새끼로 나타났으며, 10kg 내외인 새끼 멧돼지를 담비가 포식할 경우 뼈, 가죽, 머리 등을 제외하고 50%를 섭식하는 것으로 추정하였다. 따라서 담비 1개체가 연간 0.4마리(10kg/개체)의 어린 멧돼지를 사냥하는 것으로 추정된다.

분석결과 담비가 섭식한 고라니나 노루의 경우 50%가 성체였다. 한편 담비가 성체(9~10kg)를 포식할 경우 뼈, 가죽, 머리 등을 제외하고 체중의 50%를 섭식하고 새끼(3kg)를 포식할 경우에는 70%를 섭식하였다. 따라서 담비 1개체가 연간 고라니나 노루 성체 1마리와 2~3마리의 새끼를 사냥하는 것으로 판단된다. 또한 청설모(성체 1마리 약 0.3kg)의 경우 연간 성체 12.6마리를 사냥하는 것으로 추정된다. 담비의 서식밀도는 10km²당 1~2마리로서, 남한 내 2,000~3,000마리 서식하는 것으로 추정된 바 있다(국립환경과학원, 2012). 따라서 담비는 국내에서 연간 어린 멧돼지 800마리 이상(10kg 기준), 성체 고라니·노루 2,000마리 이상과 어린 고라니·노루 4,000~9,000마리, 청설모 약 25,000~40,000 마리를 사냥하는 것으로 추정된다.

담비의 중대형 포유류 사냥은 한국 산림 생태계의 먹이 피라미드에서 매우 중요한 의미를 지니는데, 호랑이, 늑대, 표범 등의 대형 식육목이 사라진 현실에서 대형 초식동물의 천적 역할을 통해 이들 개체군에 영향을 미치는 생태계 조절자가 아직 존재한다고 볼 수 있기 때문이다. 특히 (Fig 44)과 같이 담비가 대형종을 연중 사냥하므로 이들 개체군에 미치는 영향이 크다고 판단된다. 멧돼지와 고라니의 경우 농작물에 피해를 주고, 청설모는 잣이나 호두, 밤 등의 견과류에 피해를 주어 유해 야생동물로 지정된 만큼 담비의 이들 중 개체군 조절능력은 비단 생태계 먹이사슬 뿐 아니라 농림업에 있어서도 유익하게 작용한다고 볼 수

있다.

② 말벌개체군 제어

담비의 곤충류 먹이 중에서는 말벌류(82.9%)가 가장 많이 나왔는데, 이들 말벌류는 꿀벌류의 대표적인 천적이다. 말벌류들은 전형적으로 꿀벌을 습격하는 습성을 가지고 있는데 특히 장수말벌은 5-6마리가 집단으로 날아와 대량 살육하는 등의 피해를 입히는 종으로 유명하다(장영덕 등 1994). 그 외 털보말벌이나 좀말벌, 말벌 등도 많이 나타나고 있으나 최근 외래종인 등검은말벌의 확산으로 인해 이 종의 점유율이 높아지고 있으며 그 피해도 증가하고 있다(정철의 2012). 본 연구결과 담비 배설물에서 총 4종의 말벌류가 발견되었다. 말벌과 털보말벌이 각각 33%로 가장 높은 출현 빈도를 보였고, 참땅벌 29%, 꼬마땅벌 4% 순으로 나타났다. 대체적으로 담비는 나뭇가지에 영소를 하는 털보말벌이나 땅 표면 및 나무틈새 등에 영소하는 말벌 등 쉽게 접근할 수 있는 말벌류들의 벌집을 직접 공격하여 그곳의 애벌레 등을 섭취하는 것으로 판단된다. 특히 담비의 말벌류 섭식은 주로 겨울과 봄철에 이루어졌으며, 이 시기에는 동면하는 여왕벌만이 생존해 있다(최문보 2012). 따라서 담비는 꿀벌의 천적인 말벌류, 특히 주로 여왕벌을 섭식함으로써 말벌의 개체수를 조절하는 역할을 한다. 반면 전체 담비 먹이에서 꿀이 6.2%를 차지하지만 꿀벌은 발견되지 않았다. 영주조류보호협회에서 보호 중인 담비 개체를 대상으로 벌통을 놓고 먹이 실험을 실시한 결과 벌집은 공격하지만 꿀벌을 섭식하지 않았다. 과거 산간지역에서 벌통을 담비가 습격하여 부정적인 인식이 많았지만, 결과적으로 꿀벌류는 먹지 않고, 말벌류의 여왕벌을 먹는 담비는 양봉과 한봉에 이로운 동물이라 할 수 있다.



Fig. 44. Variation of mid-large sized prey item proportion (Left), Hunting place of Yellow-throated marten (Right)

2) 목표종으로서의 가치

보전생물학의 목표는 동식물의 멸종을 막거나 늦추는 것이며, 서식지를 보전하거나 파괴를 방지하는 것이다(Frankham et al., 2013). 전 세계적으로 개체군, 종, 서식지가 동시다발적으로 위협받는 상황에서 생물종 다양성의 보전 상 우선순위를 정하는 것은 매우 중요한 사안이다(Primack, 2006). 보전 방안의 가장 이상적인 절차는 보전정책 구상과 실현에 앞서 정밀한 연구를 통해 장기적 영향을 예측하고 결정하는 것이지만(김종원 외 2006) 자연의 복잡성, 생물다양성 위기의 규모적인 광범위함, 정치적 결정의 시급성, 예산의 부족 등의 조건에 의해 현실적인 어려움이 따른다.

이러한 제약을 보완, 극복하는 개념으로 보전생물학자들은 하나 혹은 소수의 종을 대리로 보전의 문제들을 해결하는데 사용하였다(Thomas 1972; Cairns et al., 1979; Panwar 1984; Wilcox 1984; Jarvinen 1985; Bibby et al., 1992). 목표종은 보전 목표를 위해 다른 종이나 환경조건을 대표하는 종으로, 전체 종의 대리역할을 하며 보호지역 설정과 인간 활동에 의한 동식물 군집의 변화, 보전 인식의 증대에 효과가 있다(Wiens et al., 2008). 목표종의 하위개념에는 깃대종, 우산종, 지표종, 핵심종 등이 있으며 기능과 역할에 따라 적용되는 범위가 다르게 나타난다(Table 28). 지표종은 인간에 의

한 교란 규모에 대한 개체군 변화와 생물다양성이 높은 지역을 모니터링 하는데 사용되며, 우산종은 보전을 위한 서식지의 형태나 크기를 설명하는 데 역할, 핵심종은 먹이사슬이나 일정 지역의 생태계에서 생태 군집을 유지하는 데 결정적인 역할을 하며, 깃대종은 대중적 관심을 끄는 역할이 있다(Caro 2010). 앞서 파악한 담비의 생태 특성을 통해 담비의 목표종으로서의 가치를 파악하였다.

(1) 깃대종 (Flagship Species)

깃대종이란 생태계의 여러 종 가운데 한 지역의 생태계를 대표하면서 사람들이 중요하다고 인식하고 있는 특징적인 동식물을 말하며 또 그 중요성으로 인해 보호할 필요가 있다고 생각되는 생물종을 일컫는다(Western 1987). 깃대종은 한 지역의 생태적, 지리적, 문화적 특성을 반영하여 대중적 관심을 끄는 상징성을 가진 매력적인 동식물로 정의된다(Johnsingh and Joshua 1994). 깃대종은 생태계에 있어 종의 기능적 측면보다는 종의 대중적 인식에 기반을 둔 종의 개념이며, 대부분 호랑이(Dinerstein et al., 1997), 맥(Downer 1996), 코끼리(Johnsingh and Joshua 1994)와 같은 대형종이지만, golden lion tamarin(Kleiman et al., 1986)처럼 1kg미만의 소형종이 선정되기도 한다.

깃대종의 선정 기준에서 볼 때 담비는 산림성 동물로써 사람에게 노출이 적고, 생태적 특성이 알려지지 않았으며, 문화적 상징으로 자리 잡지 못한 측면이 있다. 고문헌에 등장하는 담비에 대한 기록들은 대부분 모피질이 뛰어난 검은담비(*Martes zibellina*)에 대한 내용이며, 담비는 직접적인 사냥 대상종이 아니었기에 관심도가 낮았다. 깃대종은 생태계에 있어 종의 기능적 측면보다는 종의 대중적 인식에 기반을 둔 종의 개념이기에 생태계에서 다양한 기능이 있지만 대중적 인지도가 낮은 담비는 깃대종 선정 기준에는 적합하지 않은 것으로 판단된다.

(2) 지표종 (Indicator Species)

지표종은 특정지역의 환경상태를 측정하는 척도로 이용되는 생물을 가리킨다. 환경조건에 대해 극히 좁은 폭의 요구를 갖는 생물종으로, 그 지역의 환경조건이나 오염 정도를 알 수 있는 생물종을 말하며, 협적응성 생물이라고도 한다(김진수 등 2000). 이러한 생물들의 존재여부를 통하여 그 지역의 환경조건을 알 수 있으며, 이런 환경을 잘 나타내는 종을 지표종, 이 종이 속하는 생물을 지표생물이라 한다.

본 연구 결과 담비는 산림에서 다양한 먹이원을 섭식하며, 서식지 조건으로 단절되지 않고 노령림과 구조가 복잡한 산림을 선호하는 것으로 나타났다. 따라서 담비가 서식하는 산림은 먹이사슬 구조가 안정되어 있고, 보전가치가 높은 지역으로 판단된다. 전국자연환경조사(환경부 2012) 결과에 따르면 담비는 백두대간보호구역과 주요 국립공원 등 보전등급이 높은 산림에 서식하는 것으로 나타났다. 따라서 담비 서식은 곧 서식지의 생물다양성이 높고, 보전가치가 높은 지역임을 나타내며, 담비는 숲의 다양성과 건강성을 나타내는 지표종으로서 가치가 있다고 판단된다.

(3) 우산종 (Umbrella Species)

개발도상국과 같이 정확한 연구 자료가 미비한 지역에서의 종 다양성 보전을 위한 최선의 방법은 우산종(umbrella species)의 개념을 적용하는 것이다(Berger, 1997). 생태계 내 핵심적인 기능을 수행하거나 많은 종수를 차지하고 있지 않다하더라도 서식지의 요구도가 넓은 종을 우산종이라 한다. 우산종은 생태계 내 종의 정확한 역할이 애매할 경우, 우선적으로 생태계를 보호할 수 있는 지표를 제공함으로써 특정 지역을 보호하고자 할 때 유용한 지표가 된다(Roberge and Angelstam 2004). 우산종이 필요로 하는 넓은 면적의 서식지를 보전함으로써 그 서식지에 함께 살고 있는 수가 많고 크기가 작은 다른 종들이 자연적으로 함께 서식할 수 있으므로 종 다양성을 유지 시킬 수 있다는 개념이다. 미국 엘로우스톤 생태계에 서식하는 불곰(*Ursus arctos*)이 우산종으로서 좋은 예이다. 종 다양성 보호를 위한 다른 우산종으로는 호랑이 (*Panthera tigris*), 표범 (*Felis concolor*)과 남아프리카에 서식하는 영양의 일종인

Wildebeest (*Connochaetes sp.*)를 들 수 있다(차윤정, 2009). 우산종 개념의 도입을 통해서 행동권이 넓은 종의 개체군 유지를 위한 최소 필요보전 면적을 도출할 수 있다(Wilcox, 1984). 더 나아가 우산종 개념은 보전지역의 생태축 보전과 복원을 위한 지표로도 사용된다(Roberge and Angelstam, 2004).

담비의 행동권을 우리나라에 서식하는 주요 포유동물과 비교하면(Table 29, Fig. 45.). 반달가슴곰 다음으로 행동권이 크며, 분산거리도 길다. 반달가슴곰은 종 복원사업 중인 종으로 비무장일대와 지리산국립공원에 극소수가 개체가 서식하는 특수한 종임을 감안하면, 백두대간을 중심으로 하는 산림 전역에 고르게 분포하는 담비는 보다 현실적인 우산종이라 할 수 있다. 행동권이 큰 담비 서식지를 보전하면 다른 산림성 야생동물의 서식지도 함께 보전되는 효과를 가지게 되어 우산종으로서의 가치가 있다.

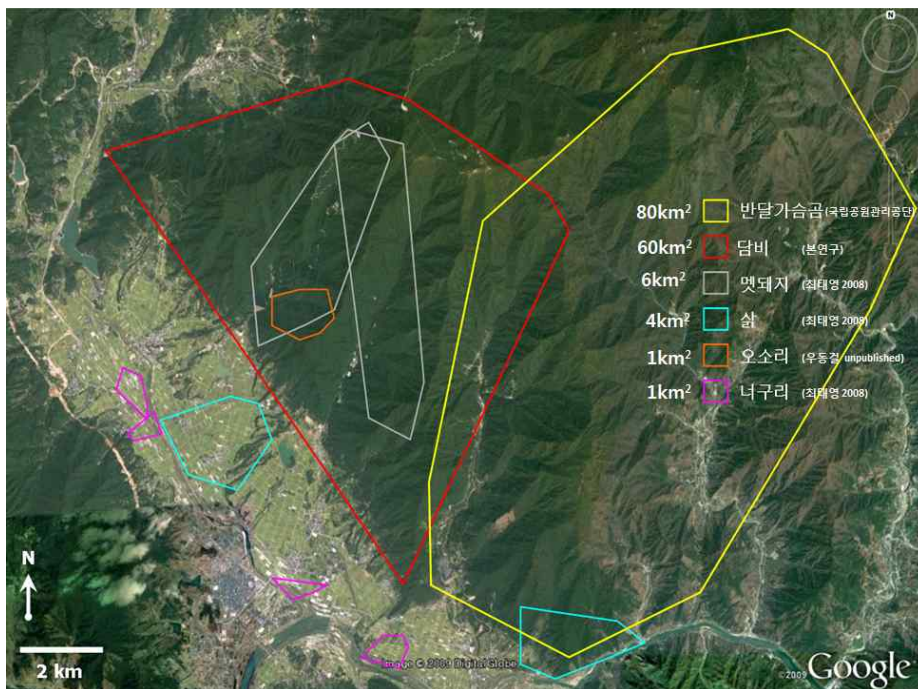


Fig. 45. Comparison of home range size with other mammalian species in Jirisan National Park

Table 28. Definitions and key citations for surrogate species approaches (Caro 2010)

Surrogate species	Definition
Flagship	Flagship species, chosen for their charisma, increase public awareness of conservation issues and rally support for the protection of that species's habitat. Protection of other species is accomplished through the umbrella effect of the flagship species.
Indicator	Indicator should have some of the same habitat requirements as the species, communities, or ecosystems for which they indicate. By protecting indicator species, other species are also protected.
Keystone	A keystone species is a species whose ecological impact is greater than would be expected from its relative abundance of total biomass. Keystone species are essential to maintaining ecosystem structure and function, and as a result protect other species in that system.
Umbrella	An umbrella species is typically chosen because it requires large areas of habitat. The assumption is that protection of an umbrella species' habitat simultaneously protects other, less spatially demanding species.

Table 29. Mean home range size and dispersal distance of mammal species in Korea

Species name	Home range size (km ²)	Dispersal distance (km)	Body size	Reference
<i>Ursus thibetanus</i>	60,000	55,000	Large	Yang et al 2008
<i>Tamias sibiricus</i>	0.008	0.200	Small	Ko et al 2011
<i>Meles meles</i>	1,000	5,500	Large	National Institute of Environmental Research 2010
<i>Erinaceus amurensis</i>	0.230	2,000	Intermediate	Morris 1988
<i>Lepus coreanus</i>	0.210	1.62	Small	Ruhe and Hohmann 2004, Bray et al 2007
<i>Crocivura suaveolens</i>	0.002	0.100	Small	Lee 2011
<i>Apodemus speciosus</i>	0.002	0.100	Small	Ko et al 2011
<i>Mustela nivalis</i>	0.010	0.500	Small	Sheffield and King 1994
<i>Prionailurus bengalensis</i>	3.700	7.000	Large	Choi et al 2009
<i>Mogera wogura</i>	0.060	1.100	Intermediate	Loy et al 1992
<i>Naemorhedus caudatus</i>	1.380	15.890	Large	Lee et al 2011
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	0.800	2.400	Intermediate	Woo 2010
<i>Sciurus vulgaris</i>	0.012	0.150	Small	Lurz 2000
<i>Clethrionomys rufocanus</i>	0.001	0.100	Small	Lee 2011
<i>Capreolus pygargus</i>	0.054	2.000	Intermediate	Yoon 2003
<i>Pteromys volans</i>	0.340	2.150	Intermediate	Hanski et al 2000
<i>Mustela sibirica</i>	0.015	0.500	Small	Sasaki and Ono 1994
<i>Apodemus agrarius</i>	0.006	0.100	Small	Lee 2011
<i>Hydropotes inermis</i>	0.340	0.780	Intermediate	Kim 2011
<i>Sus Scrofa</i>	5.130	10.600	Large	Choi 2006
<i>Martes flavigula</i>	34.25	40,000	Large	In this study

(4) 핵심종 (Keystone Species)

핵심종은 일정 지역의 생태계에서 생태 군집을 유지하는 데 결정적인 역할을 하는 종으로, 어느 한 종의 멸종이 다른 모든 종의 종 다양성을 좌우할 만큼 많은 영향을 미치는 종을 말한다(Terborgh 1976). 즉 그 종이 없어진다면 해당 지역의 생태계에 커다란 변화가 일어난다. 대표적인 핵심종에는 코끼리·해달·수달·불곰 등이 있다. 일정 지역의 생태계에서 생태 군집을 유지하는 데 결정적인 역할을 하는 종(種)으로, 어느 한 종의 멸종이 다른 모든 종의 종 다양성을 좌우할 만큼 많은 영향을 미치는 종을 말한다. 즉 그 종이 없어진다면 해당 지역의 생태계에 커다란 변화가 일어난다(Redford 1992).

담비는 중대형 식육목이 멸종한 현 자연생태계 상황에서 유일하게 고라니, 노루, 멧돼지 등의 중대형 우제류를 제어할 수 있는 종이다. 또한 식물 종자산포자로서의 기능이 있고, 다양한 먹이원을 계절별 유동적으로 섭식한다. 따라서 담비는 산림생태계 먹이사슬과 건강성을 유지하는 핵심종으로서의 가치가 있다고 판단된다.

(5)경관종 (Landscape Species)

경관종은 Wildlife Conservation Society에서 개발한 종의 요구도와 적합성을 기반으로 목표 장소에 적합한 목표종의 개념으로(Redford et al., 2000), 다수의 후보종 중 보전가치가 높은 종을 객관적인 수치로 선정할 수 있는 장점이 있다(Coppolillo et al., 2004). 경관종 순위가 높은 종은 생태적으로 다양한 지역을 이용하며 생태계 구조와 기능에 상당한 영향을 미치며, 시공간적 요구량 측면에서 인간에 의한 자연서식지의 이용과 변형에 민감한 종을 의미한다(Redford et al., 2000).

경관종으로서의 보전가치를 점수화 한 결과 반달가슴곰, 담비, 삥 순으로 순위가 나타났다(Table 30). 반달가슴곰의 경우 중복원사업으로 지리산 일대에서 소수 개체만이 서식하는 특수종인 반면, 담비는 우리나라 산림에 넓게 분포하는 종으로 산림생태계 보전의 목표종으로 보다 적합한 것으로 판단된다.

따라서 담비의 넓은 행동권, 많은 이동거리와 높은 서식지 요구도를 바탕으로 볼 때 담비는 산림 생태계의 보전과 복원 전략에 활용효과가 높으며, 잡식성으로 다양한 먹이원을 가지고 최상위 포식자로서 생태계 먹이사슬에서 중요한 지위를 가지고 있다. 따라서 생태적, 경제적 이점을 지닌 담비는 깃대종을 제외한 다양한 목표종의 요구조건을 충족하고 있으며, 보전 가치가 큰 종이라 할 수 있다.

담비와 같이 다양한 목표종의 조건에 부합하는 종의 경우 높은 보전 가치를 인정받아 적극적 보호를 받고 있다. 필리핀에 서식하는 flying foxes(Old World fruit bats, pteropodidae)는 토착문화에 있어 문화적으로 중요하며 대중이 관심을 끌만한 카리스마가 있어 깃대종으로 적합하며, 잘 보존된 산림과 습지에 걸쳐 넓은 행동권을 가지고 있어 우산종으로 적합하고, 식물 수분과 종자산포자의 역할을 하여 핵심종이며, 멸종위기종이다(Mildenstein et al., 2005).

Table 30. Aggregate and individual category scores

Species	Rank	Score	Hetero	Area	Vuln	Func	SE	Habs	MZones	Additional Threats
Asiatic black bear	1	4.216	0.484	1	0.899	0.833	1	1	3	4
Yellow-throated marten	2	4.202	0.484	0.898	0.987	0.833	1	1	3	4
Leopard cat	3	3.663	1	0.735	0.797	0.417	0.714	3	3	1
Raccoon dog	4	3.551	0.903	0.469	1	0.75	0.429	5	4	2
Wild boar	5	3.453	0.71	0.51	0.519	1	0.714	3	4	1
Asian badger	6	2.979	0.452	0.49	0.608	1	0.429	1	3	1
Siberian flying squirrel	7	2.717	0.484	0.367	0.962	0.333	0.571	1	3	3
Siberian weasel	8	2.631	1	0.265	0.354	0.583	0.429	4	4	0
Least weasel	9	2.277	0.645	0.184	0.519	0.5	0.429	1	3	2

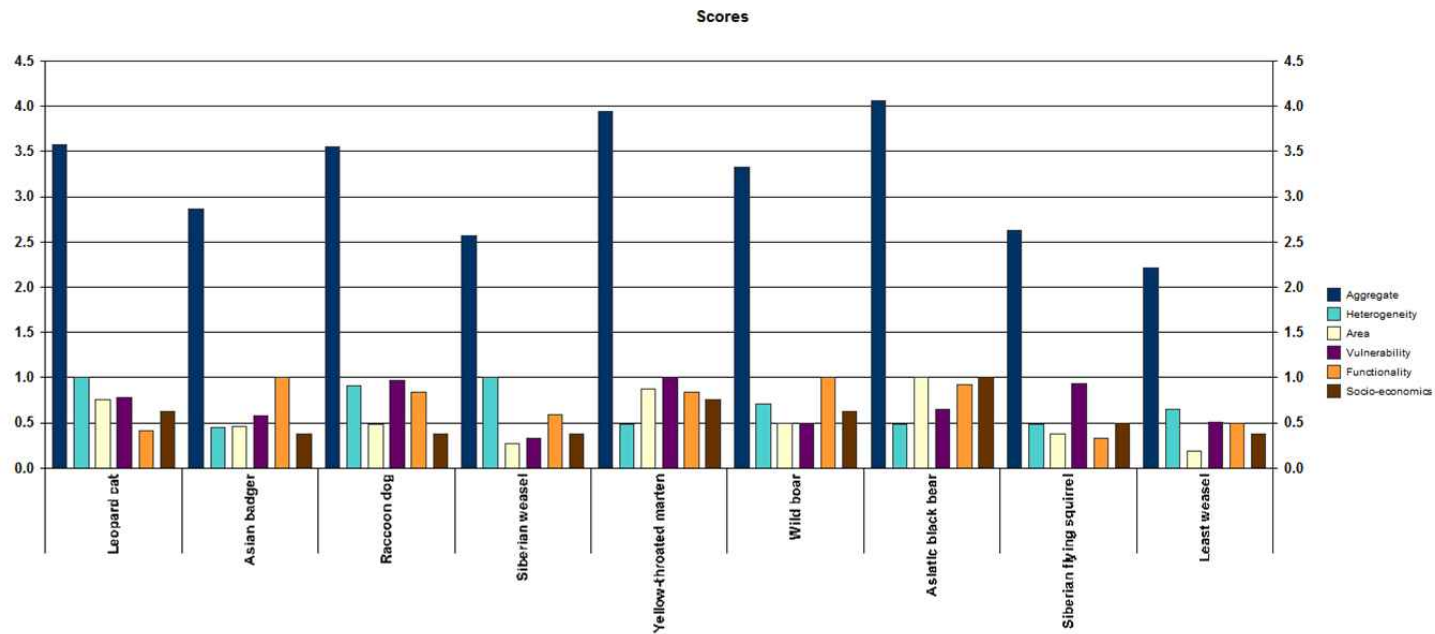


Fig. 46. Aggregate scores of candidate species

2. 담비 보전요소 도출과 개체군 위협요인

1) 보전요소 및 보전전략

현장조사를 통해 파악한 담비의 생태적 특성을 바탕으로 보전요소를 도출하였다(Fig. 47).

담비는 행동권(MCP 100%)이 국내의 여타 중형 포유류 행동권의 수십 배에 이르는 24.5 ~ 59.1km²로서 매우 넓고 하루 최대 이동거리는 15km에 이르며, 분산거리도 40km이상인 것으로 나타났다. 따라서 서식지 면적 요구도가 높은 담비는 서식지 파편화와 고립에 취약하므로, 담비 서식지 보전에 있어 가장 중요한 요소는 절대적 산림 면적 유지와 산림생태축 보전 및 연결성 유지로 판단된다. 담비 행동권 내에서도 핵심서식지(Kernel 50%)에 새끼를 키우는 포육굴이(100%)나 잠자리가(76%) 위치하여, 산림내부의 핵심서식지에 대한 절대적 보전이 필요하다.

서식지 이용측면에서 담비는 활엽수림과 혼효림을 선호하며, 오래되어 대경목이 존재하고 구조가 복잡한 숲을 선호하는 것으로 나타나 숲 구조와 수종의 다양성을 높이는 노력이 필요한 것으로 판단된다. 한편 담비의 이동과 영역표시는 능선에서 이루어지지만, 먹이활동은 계곡부와 산림가장자리에서 이루어짐을 감안할 때 담비 서식지 보전을 위해서는 산림 내부 뿐 아니라 가장자리를 포함하는 산림 전반에 대한 보전 및 관리가 필요하다. 특히 겨울철에는 행동권이 확장되고 포유류 사냥 활동 증가로 산림가장자리에서의 활동이 증가하여, 불법 엽구에 의한 밀렵에 취약하므로 겨울철 밀렵관리가 중요하다.

담비는 주행성 동물이므로 담비가 서식하는 국립공원의 경우에는 배설물이 많이 발견되는 일부 등산로의 출입제한이 필요하며, 이때 자연휴식년제와 같은 순환제 보다는 일부구간이라도 영구적으로 폐쇄하는 것이 담비 서식지를 보다 안정적으로 관리하는데 도움이 될 것이다.

담비의 먹이습성은 과일은 좋아하는 잡식성으로 나타났으며 특히 다래와 머루와 같은 덩굴성 과육식물에서의 먹이 의존이 많은 만큼 숲 구

조와 수종의 다양성을 높이는 노력이 필요하다. 서식지의 개발로 인한 훼손이나 교란이 발생할 경우에는 겨울철 유용한 먹이가 되는 고욤이나 감나무와 같은 과실수를 식재하는 저감 방안이 필요하다.

담비는 행동권 내 도로를 수시로 횡단하며 대부분의 로드킬이 산림 관통도로에서 발생하여, 담비 서식지를 가로지르는 도로에 대한 로드킬 저감방안이 필요하다. 담비의 생태통로와 도로횡단구조물 이용에 있어서 유형과 규격에 대한 제약은 없으므로, 담비를 목표종으로 하는 생태통로 계획 시 규격조건보다는 위치선정이 더욱 중요하다. 기존에 이용하는 도로횡단구조물이 확인되면, 주변 유도펜스 설치를 통해 노면횡단을 줄이는 방안이 필요하다.

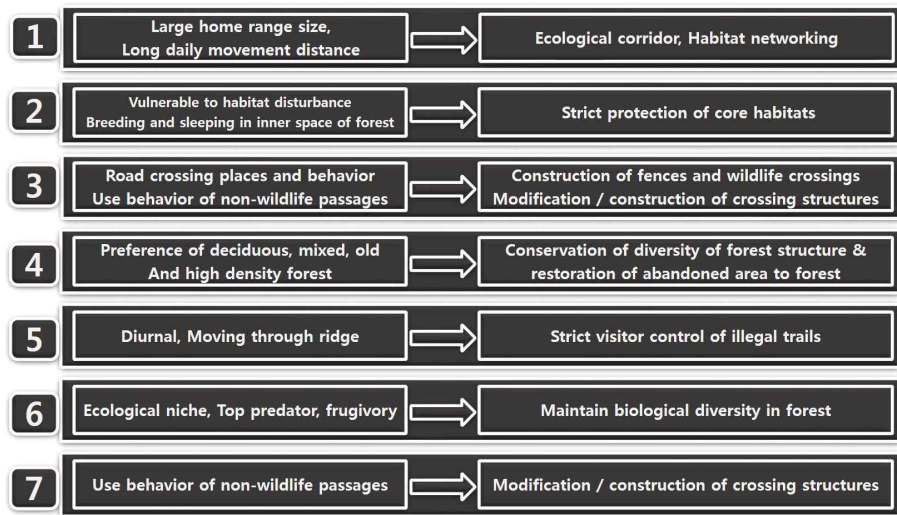


Fig. 47 Guidelines of habitat conservation of yellow-throated marten

2) 개체군 위협 요인

연구결과를 종합적으로 검토할 때 담비 개체군의 안정적 존속을 위협하는 요인으로 크게 3가지로 요약할 수 있다.

첫째, 서식지 요구도가 높아 서식지 파편화에 매우 취약하다.

담비는 행동권이 너구리, 오소리, 삥과 같은 여타의 국내 육식동물에 비해 10배 이상의 넓은 행동권을 지니고 있을 뿐만 아니라, 한 곳에 머물지 않고 넓은 면적을 지속적으로 빠르게 이동하는 습성으로 인해 담비 개체군의 안정적인 서식을 위해서는 넓은 면적의 양호한 산림 서식지가 필요하다. 이로 인하여 도로가 많이 있고 산림의 패치가 작은 지역에서는 서식이 어려울 것을 판단된다.

둘째, 등산객에 의한 영향을 많이 받는다.

대부분의 포유동물이 밤에 활동하는 야행성인데 반해 담비는 활동의 92.7%가 주간인 06시부터 19시 사이에 발생하여 낮에 활동하고 밤에 휴식을 취하는 주행성의 습성을 지니고 있다. 따라서 등산객의 잦은 출입과 송이와 산나물 채취 등의 주민 활동은 대부분 낮에 이루어지기 때문에 담비가 활동하는 시간대와 겹치게 된다. 야생동물의 예민한 감각으로 인해 담비가 먼저 사람의 존재를 파악하고 피하는 경우가 대부분이겠지만 이러한 사례가 반복될수록 담비는 정상적인 활동이 불가능하며 결국 해당지역에서의 서식이 어려워질 가능성이 있다. 실제로 지리산국립공원의 주 등산로에서는 담비의 서식흔적을 전혀 찾을 수 없었으며, 속리산국립공원 지역에서는 송이채취를 위해 주민의 출입이 잦은 기간에 담비가 무인센서 카메라에 촬영되는 횟수가 급격히 줄었다.

셋째, 밀렵에 노출될 가능성이 크다.

담비의 넓은 행동권과 긴 1일 이동거리는 다른 동물보다 올무, 덫, 독극물 등의 밀렵에 노출될 기회를 높인다. 담비는 약재로서의 가치가 알려진 바가 없고, 가족의 질이 떨어져 담비를 표적으로 밀렵을 하는 경우는 매우 적으나 오소리를 잡기위한 덫이나 올무에 쉽게 희생되는 경우가 있다. 또한 담비가 멧토끼를 사냥하기 위해 멧토끼가 은신하기 좋아하는 관목림을 수색하다가 야산에 흔하게 설치되는 멧토끼용 올무에 희생될 가능성도 있다. 특히 무리를 지은 포유류 사냥이 활발해지고, 산림 가장자리까지 행동권이 확장되는 겨울철에 밀렵의 위험에 특히 취약하다.

3. 생태축 단절에 의해 고립된 개체군 보전방안

1) 고립된 담비 개체군의 존속가능성 예측

전국자연환경조사를 바탕으로 볼 때 담비의 분포는 전국적으로 백두대간을 중심으로 한 산림지역에 넓게 분포하고 있으며, 우리나라 국토에서 담비의 서식이 가능한 지역은 55,681km²로 나타났다. 이를 담비의 이동이 제한되는 4차선 이상의 도로로 분리하였을 때 크게 9개의 산림 패치로 나누어졌다. 각각의 산림 패치에 지리산에서 연구된 담비의 서식밀도의 최소값(10km²당 1.0마리)을 적용하여 개체군 크기를 설정하였고, 개체군 유입이 차단되는 것을 가정하여 VORTEX 프로그램을 통해 향후 100년간 멸종 가능성을 예측하였다.

VORTEX는 개체군 생존능력 평가를 위한 시뮬레이션 소프트웨어로써, 생활사와 개체군에 대한 여러 확률적(무작위적) 변수들의 관계를 연구하는 수단으로 사용되어 왔다(Lacy, 2000). 또한 서식지 보전 방안에 따라 개체군 통계적 변수와 서식지 변수가 어떻게 반응하는 지를 시험하여 볼 수 있다.

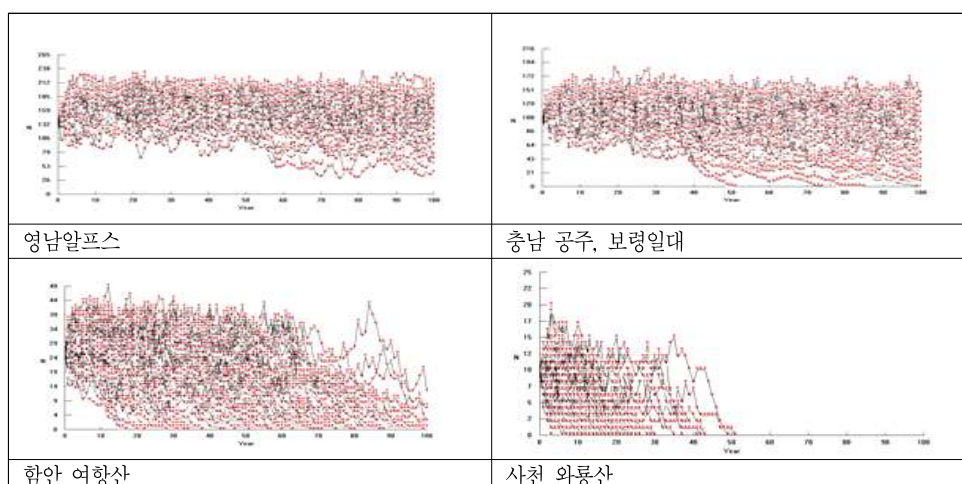
추풍령을 기점으로 한 백두대간(상)지역과 백두대간(하)지역 및 영남알프스 지역은 향후 100년간 개체군 절멸 가능성이 모두 0%로 나타났다. 서식지와 서식지간 연결성이 확보된 이들 지역 담비 개체군은 안정적인 서식이 가능한 것으로 판단된다. 반면 충남 공주, 보령 일대는 개체군 절멸가능성이 각각 5%로 나타나 장기적으로 보았을 때 종의 공급원이 되는 백두대간 지역과의 생태축 복원이 필요한 것으로 판단된다. 또한 경북 예천 학가산, 경남 함안 여항산, 경남 사천 와룡산, 울산 치슬령 일대에 고립되어 서식하는 담비 개체군은 100년 이내에 절멸 가능성이 100%로 나타나 생태축 복원이 시급하다고 판단된다.

PVA 분석의 정확성을 높이기 위해서는 서식지 질에 따른 차등적인 담비 서식밀도 적용이 필요하나 본 연구에서는 밝혀진 지리산 지역의 최소서식밀도를 전국적으로 적용한 한계가 있었다. 또한 담비에 대한 기초자료가 부족하여 적용 변수를 담비속의 다른 종 자료와, 러시아 노

보시비리스크 동물원의 사육 개체 자료를 활용하였다. 향후 추가적인 담비 생태특성 연구와 PVA 분석에 대한 각 지역별 검증이 필요하다.

Table 31 Population simulation of Yellow-throated marten in fragmented habitat

Location	Area (km ²)	I n i t i a l population (Individuals)	probability of extinction 100years (%)	Median time to first extinction (Year)
백두대간 (상)	25696	2570	0	-
백두대간 (하)	9164	916	0	-
공주,보령	1039	104	5	75
영남알프스	1372	137	0	-
예천 학가산	144	14	100	9
함안 여항산	263	26	100	17
사천 와룡산	49	5	100	4
울산 두동면	150	15	100	10



2) 개체군 존속 가능성 예측결과 검증

앞서 제시한 VORTEX 개체군 시뮬레이션의 검증을 위해 면적이 작지만 담비의 서식이 확인된 산림지역과, 서식 가능한 일정 규모 이상의 산림지역이지만 오래전에 고립되어 담비 서식여부가 확실하지 않은 지역을 현장 조사하였다. 울산시 두동면 치슬령 일대와 경북 칠곡군 황학

산 일대는 100~150km²의 면적이지만 담비의 서식이 확인되었으며, 개체군 유입이 없을 경우 100년 이내 개체군 절멸이 예상되어, 단절을 유발하는 4차선 이상의 도로에 대한 생태통로 설치가 필요한 . 울산시 두동면 일대는 경부고속도로와 35번 국도가 지나는 미호고개 구간을 복원하면 영남알프스 지역과 연결된다. 칠곡군 황학산 일대는 5번국도 소야고개 구간을 복원하면 팔공산 일대와 연결된다(Table 28).

전남 함평군 고산봉 일대는 해발 100~350m 내외의 낮은 산지와 구릉으로 이루어져 있고, 불갑산 산림 패치의 가장자리에 위치하고 있지만, 내장산에서 축령산, 태청산, 불갑산으로 이어지는 산림 생태축이 연결되어 있어 행동권이 큰 담비가 안정적으로 서식하고 있었다. 반면 135km²에 이르는 변산반도 국립공원 일대의 산림은 담비의 서식이 확인되지 않았으며, 이는 김제평야가 개간된 이후 100년 이상 종공급이 더 이상 이루어지 않는 상태가 지속되어 개체군 절멸이 이루어진 상태로 보인다. 이러한 현장검증 결과를 볼 때 앞서 실시한 시뮬레이션 결과가 실제의 현상을 상당부분 반영하고 있다고 판단된다.

Table 33 Fragmented habitat of Yellow-throated marten

Lovation	Habitat Area(km ²)	Marten Population	Connectivity	probability of extinction for 100years (%)	Recommended corridor restoration place	Ecological place
울산시 두동면 치솔령일대	150	O	△	100	울산 봉계리 35번국도 생태통로필요	경부고속도로,
경북 칠곡군 황학산 일대	120	O	△	100	칠곡군 5번국도 소야고개 생태통로 필요	
경남 사천시 와룡산 일대	90	X	△	100	33번국도 고성군 이당리 생태통로 필요	
전남 함평군 고산봉 일대	1000	O	O	0	내장산일대와 연결되는 생태축 보전노력 필요	
변산반도	135	X	△	100	복원불가	
선운산	85	X	△	100	서해안고속도로 고창휴게소	

3) 담비 개체군 및 서식지 보전전략

생태계의 핵심적인 기능을 수행하며 서식지의 요구도가 높은 경관종

은 생태계를 보호할 수 있는 우선적인 지표를 제공함으로써 특정 생태계와 서식지를 보호하고자 할 때 유용한 수단이 된다(Roberge and Angelstam, 2004).

담비 행동권이 국내의 여타 중형 포유류 행동권의 수십 배에 이르는 23.2 ~ 59.1km²로 파악되었으며, 이러한 넓은 행동권으로 인한 서식지 단절의 취약성, 식물종자 산포자의 역할, 인간 출입의 민감한 반응 등을 고려할 때 담비는 산림 생태계의 보전 전략의 목표종으로서 가치가 큰 종이다.

전국적으로 담비의 분포는 백두대간을 중심으로 산림 지역에 넓게 형성되어있지만, 서식지 단절로 고립된 담비 개체군이 있으며 개체군 시뮬레이션 결과 이들 개체군이 절멸 위험에 놓여있어 보전 대책이 필요함을 파악하였다.

담비 1개 무리(2-3개체)의 안정적인 서식을 위해서는 최소 25~60km²의 온전한 산림이 필요하며, 이들이 메타개체군을 형성하여 최소한의 유전적 교류를 하기 위해서는 이러한 산림 3곳 이상이 서로 연결되어야 한다. VORTEX를 이용한 개체군 시뮬레이션 결과 담비 50~100개체가 안정적으로 서식하여 100년 이상 장기적 존속이 가능하기 위해서는 이러한 메타개체군이 보다 넓게 연결된 약 600~1,000km²의 산림 생태축 연결이 필요함을 파악하였다. 이러한 생태축은 농경지나 왕복4차선 이상의 도로에 의해 단절되지 않아야 하며, 이를 위해 현재 담비가 서식하지만 면적이 적고 파편화된 지역에서는 인접한 산림을 연결하는 생태축 복원이 필요하다.

담비의 서식지는 4차선 이상의 도로를 기준으로 가장 크게 경부고속도로로 단절되어있다. 최근에 신설되는 4차선 이상의 도로는 터널, 교량 구간이 많아 직접적인 생태축 단절 요인이 되지 않지만, 1970년대에 시공된 경부고속도로의 경우 절성토 구간이 많아 야생동물 서식지 측면에서 국토를 양분하고 있다. 경부고속도로 추풍령을 기준으로 백두대간(상)과 (하) 지역은 넓은 서식면적과 많은 개체군이 확보되어 절멸 위험은 없으나 장기적인 국토의 생태적 건강성 증진을 위해서는 백두대간

추풍령 구간 복원을 통해 두 지역의 연결성을 확보할 필요가 있다. 영남알프스 지역은 1,372km²에 이르는 서식지로 시뮬레이션 결과 향후 100년간 담비 개체군 절멸 가능성이 없지만 생태적 건강성과 유전적 다양성을 확보하기 위해서는 취약한 낙동정맥 영천 구간의 생태축 복원이 필요하다. 한편 충남 보령, 공주 일대의 1,039km² 면적의 담비개체군은 향후 100년간 멸종 가능성이 5%로 나타나, 금북정맥 구간의 생태축 복원을 통해 종공급원인 백두대간 지역과 연결시키는 노력이 필요하다. 이러한 단절구간에 있어서는 식생 복원과 생태통로의 설치가 효과적일 것으로 판단된다.

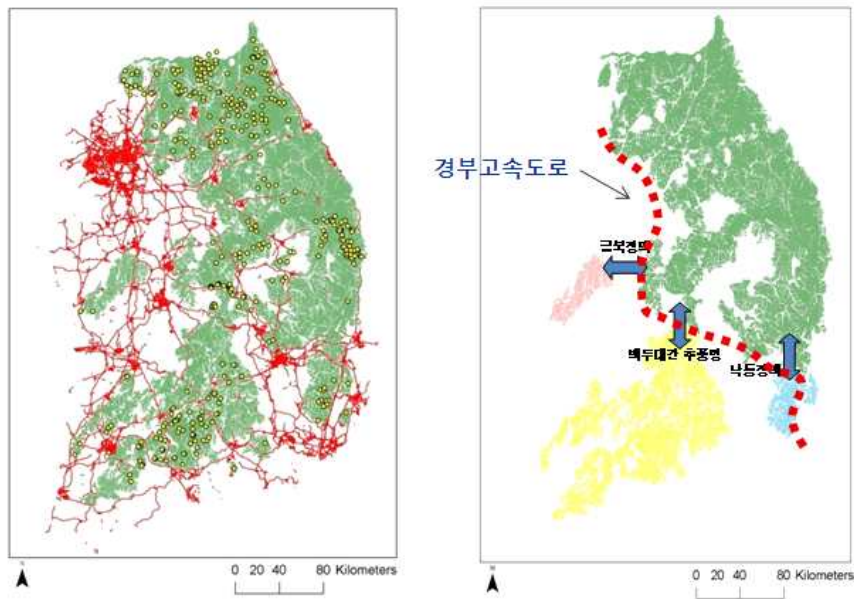


Fig. 52. Distribution and habitat fragmentation of Yellow-throated marten

제 4장 결론

담비는 환경부 지정 멸종위기야생동식물Ⅱ급이며, CITES 부속서 Ⅲ에 속해 있으나 생태적 특성에 대한 기초자료가 부족하여 실질적인 보전대책 수립에 한계가 있었다.

본 연구는 한반도 산림에 서식하는 담비의 행동권, 서식지 이용, 이동특성, 먹이습성 등의 생태특성을 파악하고, 담비 서식지 및 개체군 보전방안을 제시하기 위해 수행되었다.

2009년 6월부터 2013년 10월까지 총 9개체의 담비를 원격무선추적하여 행동권을 파악한 결과 행동권은 $32.2 \pm 12.9 \text{ km}^2$ (MCP 100%), 핵심서식지는 $6.5 \pm 3.3 \text{ km}^2$ (Kernel 50%)로 나타났다. 포육중인 암컷의 경우 행동권이 $9.2 \pm 1.3 \text{ km}^2$ (MCP 100%)로 축소되며, 잠자리가 고정되는 것으로 나타났다. 복원사업 중인 반달가슴곰을 제외하면 담비는 우리나라에서 서식하는 육상 포유류 중 가장 큰 행동권을 가지며, 동남아의 열대지역 담비 개체군보다 5배 이상의 행동권을 형성하고 있었다. 토지피복별 서식지 선호도에서 담비는 활엽수림을 선호하며, 산림조건별 선호도에서는 4영급, 3경급, 수관밀도 3등급을 선호하는 것으로 나타났다. 지리산 지역에서 담비의 서식밀도는 10 km^2 당 1.0-1.6마리로 나타났으며, 무리구성은 평균 1.45 ± 0.32 (1-6)마리로 시기별로 유동적이며 개체 간 배타성이 적은 사회구조를 이루고 있는 것으로 파악되었다.

담비의 하루 이동거리는 평균 $11.2 \pm 5.4 \text{ km}$ 이며, 09시부터 18시까지의 이동이 전체의 $85.2 \pm 21.3\%$ 에 이르는 전형적인 주행성 동물로 나타났다. 겨울철에는 산림가장자리의 관목지대에서 집단으로 먹이사냥을 하며, 배설은 능선에 먹이활동은 계곡과 사면에서 이루어지는 경향이 있었다. 행동권 내 2차선 빈번하게 도로를 횡단하며, 로드킬 사례의 84%는 산림관통도로에서 발생하였다. 도로구조물과 생태통로의 이용에 있어서 모든 규격의 구조물을 이용하는 것으로 밝혀져, 담비를 목표로 하는 생태통로 설계 및 계획 시 규격 조건보다는 적절한 위치선정이 중요하다.

지리산 일대에서 952개의 담비 배설물을 수집하여 분석한 결과 상대

출현빈도에서 식물성이 42.3, 포유류 29.8, 조류 11.3, 곤충류 8.2를 차지하였으며, 바이오매스 비율에서 식물성이 57.3, 포유류 20.4, 꿀 6.7, 조류 6.0로 나타났다. 식물성 먹이는 다래, 버찌, 고욤, 감, 으름 등 과즙이 많은 과일로서 담비가 단맛이 나는 열매를 주로 섭식하는 것으로 나타났다. 포유류 먹이에서 출현빈도는 청설모가 가장 높게 나타났으나, 바이오매스 비율은 멧돼지, 고라니, 노루와 같은 우제목이 가장 높은 비율을 차지하였다. 곤충류 먹이는 땅벌과 말벌이 85%로 주를 이루었으며, 꿀은 봄철과 여름철에 각각 16%, 22%를 차지하였다. 담비 식이물은 계절별로 유의한 차이를 나타냈으며($p<0.001$), 가을에는 식물성, 봄철에는 포유류에 대한 먹이 의존도가 높았다($p<0.001$). 담비 먹이 종의 다양성 지수와 지위폭은 봄철에 가장 높았고, 다래나 고욤 등 식물성 먹이에 집중되는 가을철에 가장 낮게 나타났다. 따라서 담비는 다양한 먹이를 먹는 잡식성으로 계절에 따라 유동적인 식이습성을 가지고 있었다. 미끼추적 결과 담비의 종자분산거리는 수평거리로 최대 5.5km, 수직적으로 645m에 이르는 것으로 나타나 담비가 종자산포자로서 중요한 역할을 함을 파악하였다.

생태적 특이성으로 우리나라에 서식하는 담비는 전 세계 담비속 8종 가운데 유일하게 주행성이며, 무리생활을 하여 중대형 우제목을 집단 사냥하는 특징이 있었다. 또한 가장 큰 행동권과 먼 이동거리를 가지며, 먹이에서 식물성 열매가 차지하는 비율이 가장 높았다. 보전적 측면에서 담비는 넓은 행동권과 먼 이동거리로 인한 서식지 단절에 취약하고, 다양한 먹이원 섭취와 계절적 변화로 인한 먹이사슬 고유의 지위를 가지며, 우제목을 제어하는 최상위포식자 및 식물 종자산포자의 역할을 하므로 산림생태계의 보전 전략에 우산종으로서 가치가 큰 종으로 판단된다.

담비 개체군 위협요인은 서식지 요구도가 높아 서식지 파편화에 취약하고, 주행성 동물로 인간 출입에 영향을 많이 받으며, 긴 이동거리로 밀렵과 로드킬에 취약하다는 점을 들 수 있다. 담비 서식지 보전을 위해서는 숲 구조와 수종의 다양성을 높이는 노력이 필요하며, 서식지의

개발로 인한 훼손이나 교란이 발생할 경우에는 겨울철 유용한 먹이가 되는 고욤이나 감나무와 같은 과실수를 식재하는 저감 방안이 필요하다. 한편 담비는 주행성 동물이므로 담비가 서식하는 국립공원의 경우에는 배설물이 많이 발견되는 일부 등산로의 출입제한이 필요하며, 이때 자연휴식년제와 같은 순환제 보다는 일부구간이라도 영구적으로 폐쇄하는 것이 야생동물의 서식지를 보다 안정적으로 관리하는데 도움이 될 것이다.

담비는 행동권이 국내의 여타 중형 포유류 행동권의 수십 배에 이르는 24.5 ~ 59.1km²로서 매우 넓으며, 낮에 활동하는 주행성이자 숲 안에서만 서식하는 산림 내부종이며 과일을 좋아하는 동물임이 확인되었다. 이러한 생태적 특성은 담비가 도로와 인간의 출입이 적은 지역에 주로 서식하여 보존이 잘된 산림생태계의 지표종의 가치를 가지고, 먹이사슬의 정점에 위치한 육식동물임에도 식물종자의 중요한 산포자 역할을 함으로서 생태계의 핵심종 역할을 하게 한다. 종합적으로 담비는 우수한 산림생태계의 지표종이자 핵심종으로서 산림생태계를 효율적으로 보전하기 위해 중요한 목표종이라 할 수 있다. 즉, 행동권이 넓고 생태계에서 중요한 역할을 하는 담비가 안정적으로 서식할 수 있게 산림생태계를 보전하면 국내 대다수의 산림성 야생동물이 함께 보호되는 효과가 있다.

담비 1개 무리(2~3개체)의 안정적인 서식을 위해서는 최소 25~60km²의 온전한 산림이 필요하며, 이들이 메타개체군을 형성하고 50~100개체가 안정적으로 서식하여 100년 이상의 장기간 존속이 가능하기 위해서는 약 600~1000km²의 산림이 생태축으로 서로 연결되어야 할 것으로 판단다. 이러한 생태축은 농경지나 왕복 2차선을 초과하는 도로에 의해 단절되지 않아야 하며, 이를 위해 현재 담비가 서식하지만 충분한 규모의 서식지가 확보되지 않은 지역에서는 인접한 산림 조각을 연결하는 생태축 복원 전략이 필요하다. 특히 백두대간 추풍령구간, 낙동정맥 영천구간, 금북정맥 천안구간의 생태축 복원이 중요하다.

생태계 우산종인 담비를 목표로 하는 이러한 생태축 복원은 산림생

태계에 서식하는 전반적인 야생동물의 이동과 서식지 보전을 위한 보다 효율적인 접근방법이 될 것이다.

인용문헌

- 권혁수 (2011) 보호지역계획을 위한 생물다양성 통합평가모형: 지리산과 덕유산, 가야산 권역을 중심으로. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 고흥선, 양병국, 이배근, 장경희, 조재운, 권구희 (2011) 설악산 국립공원에서의 설치류 2종 행동권 및 생태연구. 자연과학연구. 25:9-12.
- 김순남 (2011). 16세기 조선과 野人 사이의 모피 교역의 전개, 한국사연구. 152:71-108.
- 김의경 (2011) 한국에 서식하는 고라니의 행동생태, 서식지 평가 및 유전학적 특성. 강원대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김은국 (2006). 8~20세기 동아시아 속의 발해 교통로. 한국사학보, 24:371-404.
- 김영술 (2010). 한민족과 중앙아시아 민족 간의 관계에 관한 연구: 길의 의미와 역할을 중심으로, 아시아문화연구. 18:43-74.
- 김정진 (2011) 지리산국립공원 반달가슴곰 행동권과 참나무류의 결실에 대한 연구. 경상대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김주환, 이종구, 박상홍(2011). 한국식물종자도감. 아카데미서적.
- 민희규 (2007) 무선추적에 의한 수달의 행동생태 및 서식지 환경에 관한 연구. 경상대학교 대학원 박사학위논문.
- 송원경 (2011) 공간그래프 이론을 적용한 삶 서식지 네트워크 모형개발. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 양두하, 김보현, 정대호, 정동혁, 정우진, 이배근 (2008) 지리산에 방사한 반달가슴곰의 행동권 크기 및 서식지 이용 특성 연구. 한국환경생태학회지. 22(4): 427-434.
- 우동걸 (2010) 서울 강서습지생태공원에 서식하는 삶과 너구리의 서식지 보전계획. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 원흥구 (2001) 한국동물도감(포유류편). 여강출판사.
- 원흥구 (1965) 조선집승류지. 과학원출판사.
- 윤성일 (2003) 제주도지역 노루의 생태에 관한 연구. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 이배근, 양두하, 손장익, 이진홍, 석권희, 윤만진 (2008) 월악산 방사 산양의 행

- 동권 분석. 한국환경생태학회지 학술대회지. 1:49-51.
- 이배근, 이용욱, 조재운, 김영민, 배창환, 권구희, 이안나 (2011) 월악산 멸종위기 산양의 행동특성 연구. 환경생태학회 학술대회지. 21(1):69-71.
- 이오선 (2008) 한국산 삼의 식이습성 및 서식지 선호도에 관한 연구. 전남대학교 대학원 석사학위논문.
- 이은재 (2011) 강원도 삼척 산불피해지역의 우점 설치류 3종의 생태적 특성에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 이종구, 김주환, 이상명, 박상홍, 알리, 김진기, 이창용, 김건래 (2010) 한국야생 식물종자도감, 한국생명공학연구원.
- 장영덕, 이만영, 윤영남 (1994) 양봉장에 출현하는 장수말벌의 비래상황과 방제. 한국양봉학회지. 9(2):178-180.
- 정철의 (2012) 외래침입 생물, 등검은말벌의 분포지역 확대. 한국양봉학회지 27(2):87-93.
- 최태영, 이윤수, 박종화 (2006) 지리산의 멧돼지 *Sus Scrofa* 행동권. 한국환경생태학회지. 29(3):253-257.
- 최태영 (2007) 포유류의 도로횡단 특성과 행동권분석을 통한 로드킬 저감방안. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 최태영, 박종화 (2006) 농촌 지역의 너구리 *Nyctereutes procyonoides* 행동권. Journal of Ecology and Field Biology. 29(3): 259-263.
- 최태영, 박종화 (2009) 농촌지역의 삵(*Prionailurus bengalensis*)의 행동권. 한국환경생태학회지. 1:56-58.
- 최태영, 양병국, 우동걸 (2012) 국내 포유동물에 적합한 생태통로의 유형과 규모. 환경영향평가. 21(1):209-218.
- 통계청 (2011) 장래인구추계 시도편 2010-2040.
- 홍선기 (2002) 환경영향평가에서 경관생태학의 필요성과 국제경관생태연합의 활동. 자연보존. 120:32-38.
- 환경부 (2002) 한반도 국토생태네트워크 구상.
- 환경부 (2007) 광역생태축 구축 기본계획.
- Abrury, K.E., Zielinski, W.J., Raphael, M.G., Proulx, G. and Buskirk, S.W. (2012) Biology and Conservation of Martens, Sables, and Fishers: A New Synthesis. Cornell University Press.

- Anderson, M. (1991) Mechanistic models for the seed shadows of wind dispersed plants. *American Naturalist* 137: 476–497.
- Augspurger, C.K. and Kitajima, K. (1992) Experimental studies of seedling recruitment from contrasting seed distributions. *Ecology* 73: 1270–1284.
- Authur, S.M., Paragi, T.F. and Krohn, W.B.(1993) Dispersal of juvenile fishers in Maine. *Journal of Wildlife Management* 57:868–874.
- Balme, G., Hunter, L.T.B., Slotow, R. (2009) Evaluating methods for counting cryptic carnivores. *Journal of Wildlife Management* 73:431–443.
- Bray, Y., Devillard, S., Marboutin, E., Mauvy, B. and Peroux, R. (2007) Natal dispersal of European hare in France. *Journal of Zoology*. 273(4):426–434.
- Boyd, D.K. and Pletscher, D.H.(1999) Characteristics of dispersal in a colonizing wolf population in the central Rocky Mountains. *Journal of Wildlife Management* 63:1094–1108.
- Buskirk, S.W., Harestad, A.S., Raphael, M.G., and Powell, R.A. (1994) Martens, sables, and fishers: biology and conservation. Cornell University Press. New York.
- Byrom, A.E. and Krebs, C.J.(1999) Natal dispersal of juvenile arctic ground squirrels in the boreal forest. *Canadian Journal of Zoology* 77:1048–1059.
- Ceballos, G. and Enrich, P.R. (2002) Mammal population losses and extinction crisis. *Science*. 296:904–907.
- Caro, T. M. and O' Doherty, G (1999) On the use of surrogate species in conservation biology, *Conservation Biology*, 13(4):805–814.
- Child, K. N., (1998) Incidental mortality. In: Franzmann, A. W., Schwartz, C. C. (Eds.), *Ecology and Management of the North American Moose*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 275–285.
- Clevenger, A. P., B. Chruszcz, and K. Gunson. (2001) Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *The*

- Journal Of Applied Ecology. 38(6): 1340–1349.
- Crooks, K. R. (2002) Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation biology*. 16(2):488–502.
- Curtis, P.D. and Hedlund H.H. (2005) Reducing Deer–Vehicle Crashes, Wildlife Damage Management Fact Sheet Series, Cornell Cooperative Extension, Ithaca, N.Y.
- Dobson, F.S. (1982) Competition for mates and predominant juvenile male dispersal in mammals. *Animal Behaviour* 30:1183–1192.
- Drygala, F., Stier, N., Zoller, H., Boegelsack, K., Mix, H. M. and Roth, M. (2008) Habitat use of the raccoon dog in north–eastern Germany. *Mammalian Biology*. 73:371–378.
- Duckworth, J.W. (1997) Small carnivores in Laos: a status review with notes on ecology, behaviour and conservation. *Small Carnivore Conservation* 16: 1–21.
- Estes, J.A., Terborgh, J., Brashers, J.S., Power, M.E., Berger, J., Bond, William, J.B., Carpenter, S.R., Essington, T.E., Holt, R.D., Jackson, J.B.C., Marquis, R.J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R.T., Pickett, E.K., Pipple, W.J., Sanin, S.A., Scheffer, M., Schoener, T.W., Shurin, J.B., Sinclair, A.R.E. and Wardle, D.A. (2011) Trophic downgrading of planet earth. *Science*. 333:301–306.
- Favreau, J.M., Drew, C.A., Hess, G.R., Rubino, M.J., Koch, F.H. and Eschelbach, K.A. (2006) Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches, *Biodiversity and Conservation*, 15:3949–3969.
- Field, S., Tyre, A. and Possingham, H., (2005) Optimizing allocation of monitoring effort under economic and observational constraints. *Journal of Wildlife Management*. 69:473–482.
- Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J.A., Swanson, F.J., Turrentine, T. and Winter, T.C. (2003) *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, D.C.

- Genovesi, P., Secchi, M. and Boitani, L. (1996) Diet of stone martens: An example of ecological flexibility. *Journal of Zoology* 238:545–555.
- Gompper, M.E., Kays, R.W., Ray, J.C., Lapoint, S.D., Bogan, D.A., Cryan, J.R., (2006) A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin* 34:1142–1151.
- Grassman, L. I., Tewes, M. E., Silvy, N. J. and Kreetiyutanont, K. (2005) Spatial organization and diet of the leopard cat in north–central Thailand. *Journal of Zoology*. 266:45–54.
- Grassman, L. I., Jr., Tewes, M. E. and Silvy, N. J. (2005) Ranging, habitat use and activity patterns of binturong (*Arctictis binturong*) and yellow–throated marten (*Martes flacigula*) in north–central Thailand. *Wildlife Biology*. 11(1): 49–57.
- Greenwood, P.J.(1980) Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal Behaviour* 28:1140–1162.
- Greenwood, P.J.(1983) Mating systems and the evolutionary consequences of dispersal. In:Swingland, I.R. and Greenwood, P.J.,eds. *The Ecology of Animal Movement*. PP. 116–131.Clarendon Press, Oxford.
- Greenwood, P.J. and Harvey, P.H.(1982) The natal and breeding dispersal of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13:1–21.
- Harrison, D.J., Fuller, A.K. and Proulx, G. (2004) *Marten and Fisher in human–altered environments*. Springer.
- Hanski, I. K., Stevens, P. C., Ihalempia, P. and Selonen, V. (2000) Home–range size, movements, and nest–site use in the Siberian flying squirrel, *Pteromys volans*. *Journal of Mammalogy*. 81(3):798–809.
- Henschel, P., Ray, J.C., (2003) *Leopards in African Rainforests: Survey and Monitoring Techniques*. Wildlife Conservation Society, Global Carnivore Program, NY.
- Hickey, J.R., Flynn, R.W., Buskirk, S.W., Gerow, G. and Wilson, M.F. (1999) An evaluation of a mammalian predator, *Martes americana*, as a

- disperser of seeds, *Oikos* 87:499–508.
- Hilty, J. A., Lidicker, W. Z., and Merenlender, A. M. (2006) *Corridor Ecology: The Science and Practice of Connectivity for Biodiversity Conservation*. Island Press, Washington DC
- Hobbs, R. J., (1992) The role of corridors in conservation: solution or bandwagon? *TREE* 7:389–392.
- Holthuijzen, A. M. A. and Sharik, T. 1985. The red cedar (*Juniperus virginiana* L.) seed shadow along a fenceline. *American Midland Naturalist* 113: 200–202.
- Hosoda, T., Sato, J.J., Lin, L.K., Chen, Y.J., Harada, M. and Suzuki, H. (2011) Phylogenetic history of mustelid fauna in Taiwan inferred from mitochondrial genetic loci. *Canadian Journal of Zoology*. 89(6):559–569.
- Howe, H. F. and vande Kerckhove, G. A. (1981) Removal of wild nutmeg (*Virola surinamensis*) crops by birds. *Ecology* 62: 1093–1106.
- Huijser, M.P., A. Kociolek, P. McGowen, A. Hardy, A.P. Clevenger and Ament, R. (2007) *Wildlife–vehicle collision and crossing mitigation measures: a toolbox for the Montana Department of Transportation*. prepared for The State of Montana Department of Transportation in cooperation with The U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. prepared by Western Transportation Institute, Montana State University Bozeman. FHWA/MT–07–002/8117–34.
- Hunt, L. (2011) *Carnivores in the world*. Princeton University Press.
- Izawa, M., Oh D., Miyakuni, T., Moteki, S., Hiyama, T. and Doi, T (2006) The forest habitat for and endangered felid, the Tsushima leopard cat living in Tsushima island, Japan. A report to the Ministry of environment Japan(in Japanese).
- Janzen, D. H., Miller, G. A., Hackforth–Jones, J., Pond, C. M., Hooper, K. and Janos, D. P. (1976) Two Costa Rican bat generated seed shadows of *Andira inermis* (*Legumi–nosae*). *Ecology* 57: 1068–1075.
- Jedrzejewska, B. and Jedrzejewski, W. (1998) Predation in vertebrate

- communities. The Bialowieza Primeval Forest as a case study. Ecological studies, vol. 135. Springer.
- Johan, T. (2004) Pigs in space. Movement, dispersal and geographic expansion of wild boar (*Sus scrofa*) in Sweden. Doctoral thesis of University of Gothenburg.
- Johnson, M.L and Gaines, M.S. (1990) Evolution of dispersal: theoretical models and empirical tests using birds and mammals. Annual Review of Ecology and Systematics 21:449–480.
- Johnson, C.A., Fryxell, J.M., Thompson, I.D. and Baker, J.A. (2008) Mortality risk increases with natal dispersal distance in American martens. Proceedings of The Royal Society Biological Science 1–7.
- Jones J. K. and Barber A. A. (1956) Home Ranges and Populations of Small Mammals in Central Korea. Journal of Mammalogy. 38(3):377–392.
- Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S., Link, W.A., Hines, J.E., (2004) Tigers and their prey: predicting carnivore densities from prey abundance. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 101, 4854–4858.
- Kauhala, K., Helle, E, Taskinen, K., (1993) Home range of the raccoon dog in southern Finland. Journal of Zoology. 231:95–106.
- Kauhala, K., Holmala. K. and J. Schregel. (2006) Seasonal activity patterns and movements of raccoon dog, a vector of disease and parasites, in southern Finland.. Mammalian Biology 1–13.
- Knapp, K. K. (2004) Deer–Vehicle Crash Countermeasure Toolbox: A Decision and Choice Resource. Madison: Midwest Regional University Transportation Center Deer–Vehicle Crash Information Clearinghouse.
- Kirk, T.A. and Zielinski, W.J. (2009) Developing and testing a landscape habitat suitability model for the American marten in the Cascades mountains of California. Landscape ecology. 24(6):759–773.
- Lalueza–Fox C., J. Bertranpetit, J. A. Alcover, N. Shailer and E. Hagelberg. (2000) Mitochondrial DNA from *Myotragus balearicus*, an

- extinct bovid from the Balearic Islands. *Journal of Experimental Zoology*. 288(1):56–62
- Land, D. and Lotz, M. (1996) Wildlife crossing designs and use by florida panthers and other wildlife in southwest Florida. In G.L. Evink, P.A. Garrett, D. Zeigler, and J. Berry, eds. *Proceedings of the International Conf. on Wildlife Ecology and Transportation*. June, 1996. Tallahassee, FL. FL DOT FL–ER 58–96.
- Larrucea, E.S., Brussard, P.F., Jaeger, M.M., Barrett, R.H., (2007) Cameras, coyotes, and the assumption of equal detectability. *Journal of Wildlife Management* 71:1682–1689.
- Levins, R. (1968) *Evolution in changing environment*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Lavsund, S. and Sandegren, F. (1991) Moose–vehicle relations in Sweden: a review. *Alces* 27:118–126.
- Lee, E., Choi, T.Y., Woo, D., Min, M.S., Sugita, S., and Lee, H. (2014) Species identification key of Korean mammal hair. *Journal of Veterinary Medical Science*. 76(5):667–675.
- Leopold, A. (1933) *Game Management*. Charles Scribner’ s Sons. New York.
- Long, R.A., Donovan, T.M., Mackay, P., Zielinski, W.J., Buzas, J.S., (2007) Comparing scat detection dogs, cameras, and hair snares for surveying carnivores. *Journal of Wildlife Management* 71:2018–2025.
- Loveridge, A. J., AND D. W. Macdonald. (2003) Niche separation in sympatric jackals (*Canis mesomelas* and *Canis adustus*). *Journal of Zoology (London)* 259:143–153.
- Loy N. A., Stone R. D. D., Capanna C. E. (1992) Biology of *Talpa romana* Thomas. *Rendiconti Lincei*. 3(2)173–182.
- Lurz, P.W.W., Garson, P.J. and Wauters, L.A. (2000) Effects of temporal and spatial variations in food supply on the space and habitat use of red squirrels (*Sciurus vulgaris* L.). *Journal of Zoology*. 251:167–178.
- MacArthur, R.H. and Wilson, E.O. (1967) *The Theory of Island*

- Biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Mace, G.M., and Kershaw, M. (1997) Extinction risk and rarity on an ecological timescale. In: The Biology of Rarity (eds. W.E. Kunin and K.J. Gaston), pp. 130–49. Chapman and Hall, London.
- Maffei, L., Cuellar, E., Noss, A., (2004) One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* 262:295–304.
- Marcot, B.G., W.E. McConaha, P.H. Whitney, T.A. O'Neil, P.J. Paquet, L.E. Mobrand, G.R. Blair, L.C. Lestelle, K.M. Malone, and K.I. Jenkins. (2002) A multi-species framework approach for the Columbia River Basin. Northwest Power Planning Council, Portland, Oregon, USA.
- Matyushkin, E.N. (1993) The yellow-throated marten in the Russian Far East. *Lutreola* 1:2–9.
- McCanny, S.J. and Cavers, P.B. (1989) Parental effects on spatial patterns of plants: a contingency table approach. *Ecology* 70: 368–378.
- Mccarthy, K.P., Fuller, T.K., Ming, M., Mccarthy, T.M., Waits, L., and Jumabaev, K., (2008) Assessing estimators of snow leopard abundance. *Journal of Wildlife Management* 72:1826–1833.
- Mildenstein, T.L., Stier, S.C., Nuevo-Diego, C.E., and Mills, L.S. (2005) Habitat selection of endangered species and endemic large flying-foxes in Subic Bay, Philippines. *Biological Conservation* 126:93–102.
- Miyamoto, M. M., F. Kraus, P. J. Laipis, S. M. Tanhauser, and Webb, S. D. (1993) Mitochondrial DNA phylogenies within Artiodactyla. In *Mammal Phylogeny* (F. S. Szalay, M. J. Novacek, and M. C. McKenna, eds.), vol. 2 Placentals, pp. 268–281. Springer-Verlag, Germany.
- Mohr, C. O. (1947). Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist*. 37:233–249.
- Monakhov, V. G. (2011) *Martes zibellina*. *Mammalian Species*,

43(876):75–86.

- Morris P. A. (1988) A study of home range and movements in the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Journal of Zoology*. 214:433–449.
- Morrison, M.L., Marcot, B. and Mannan, W. Wildlife–habitat relationships: concepts and applications. Island Press. Washington.
- Nowak R.M.(1995) Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press. USA, 241pp.
- Mukherjee, S., Goyal,S.P., Johnsingh, A.J.T., LeitePitman, M.R.P. (2004) Theimportance of rodents in the diet of junglecat(*Felis chaus*), caracal (*Caracal caracal*) and goldenjackal (*Canis aureus*) in Sariska Tiger Reserve,Rajasthan, Indian Journal of Zoology. 262: 405–411.
- Murray, K. G. 1988. Avian seed dispersal of three neotropical gap–dependent plants. – *Ecol. Monogr.* 58: 271–298.
- Nieuwenhuizen, W. and van Apeldoorn, R. C. (1995) Mammal use of fauna passages on national road A1 at Oldenzaal. Road and Hydraulic Engineering Division, Ministry of Transport, Public Works and Management, The Netherlands. Report No. P–DWW–95.737.
- Noss, R.F., Quigley, H.B., Hornocker, M.G., Merrill, T. and Paquet, P.C. (1996) *Conservation Biology*. 10(4):949–963.
- Noss, R. F. (1993) Wildlife corridors. Pages 43–68 in: Smith, D.S., and P.C. Hellmond, editors. 1993. *Ecology of greenways. Design and function of linear conservation areas*. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
- Nowak R.M.(1995) Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press. USA, 241pp.
- O' Brien, T.G., Kinnaird, M.F., and Wibisono, H.T. (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131–139.
- O' Brien, T.G., Kinnaird, M.F., and Wibisono, H.T. (2010) Estimation of species richness of large vertebrates using camera traps: an example from an Indonesian rainforest. In: O' Connell, A., Nichols, J., Karanth,

- K.U. (Eds.), Camera Traps: Methods and Analyses. Springer Verlag Press, New York.
- Parr, J.W.K. and Duckworth, J.W. (2007) Notes on diet, habituation and sociality of Yellow-throated Martens *Martes flavigula*. Small Carnivore Conservation 36: 27–29.
- Pielou, E. C. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collection. Theoretical Biology 13:134–144.
- Pleasants, J.M. and Jurik, T.W. (1992) Dispersion of seedlings of the prairie compass plant, *Silphium laciniatum* [Asteraceae]. American Journal of Botany 79: 133–137.
- Proulx, G. and E. C. O'Doherty (2006) Snow-tracking to determine Martes winter distribution and habitat use. Martes in carnivore communities. Alpha wildlife publications, Sherwood park, Alberta, Canada, 211–224pp.
- Pulliainen, E.(1982) Scent-marking in the pine marten(*Martes martes*) in Finnish Forest Lapland in winter. Sonderdruckaus Z. f. Säugetierkunde Bd. 47(2):91–99.
- Quigley, T.M., R.W. Haynes, and R.T. Graham, editors. (1996) Integrated scientific assessment for ecosystem management in the interior Columbia Basin. USDA Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-382.
- Rabinowitz, A. (1990) Notes on the behavior and movements of leopard cats, *Felis bengalensis*, in a dry tropical forest mosaic in Thailand. Biotropica 22(4):397–403.
- Rajaratnam, R. (2000) Ecology of the leopard cat(*Prionailurus bengalensis*) in Tabin Wildlife Reserve, Sabah, Malaysia. PhD thesis, University Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia.
- Ripple, W.J., Estes, J.A., Beschta, R.L., Wilmers, C.C., Ritchie, E.G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M.P., Schmitz, O.J., Smith, D.W., Wallach, A.D. and Wirsing, A.J. (2014) Status and ecological effects of the World' s largest carnivores.

- Science. 343:151–162.
- Ruhe, F. and Hohmann, U. (2004) Seasonal locomotion and home-range characteristics of European hares (*Lepus europaeus*) in an arable region in central Germany. European Journal of Wildlife Research. 50:101–111.
- Raphael, M.G., M.J. Wisdom, M.M. Rowland, R.S. Holthausen, B.C. Wales, B.G. Marcot, and T.D. Rich. (2001) Status and trends of habitats of terrestrial vertebrates in relation to land management in the interior Columbia River Basin. Forest Ecology and Management 153:63–87.
- Roberge, J. M. and Angelstam, P. (2004) Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. Conservation biology. 18(1):76–85.
- Ronald M. Nowak, 1995. Walker's Encyclopedia of the Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press
- Sathyakumar, S.(1999) Mustelids and viverrids of the northwestern and western Himalayas in Hussain, S. A. (ed.) ENVIS Bulletin: wildlife and protected areas. Mustelids, viverrids and herpestids of India. Wildlife Institute of India, Dehra Dun, India, 39–42pp.
- Saeki, M. (2001) Ecology and conservation of the Raccoon dog in Japan. PhD thesis. University of Oxford.
- Sasaki, H. and Y. Ono. (1994) Habitat use and selection of the Siberian weasel *Mustela sibirica coreana* during the non-mating season. Journal of the Mammalogical Society of Japan. 19(1):21–32.
- Sato, J.J., Wolsan, M., Prevosti, F.J., D' Elia, G., Begg, C., Begg, K., Hosoda, T., Campbell, K.L. and Suzuki, H. (2012) Evolutionary and biogeographic history of weasel-like carnivorans (Musteloidea). Molecular Phylogenetics and Evolution. 63(3):745–757.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J. and Margules, C. R. (1991) Biological consequences of ecosystem fragmentation. Conservation Biology 5:18–32.

- Schmidt. K., Nakanish. N., Okamura. M., Doi. T. and Izawa. M. (2003) Movements and use of home range in the Iriomote cat. *Journal of zoology*. 261:273–283.
- Schrag, A. M. (2003) Highways and Wildlife: Review of Mitigation Projects throughout Europe, Canada and the United States. M.S. Thesis, California State Polytechnic University, Pomona, CA.
- Seiler, A. and Folkeson, L. (eds.) (2006) Habitat fragmentation due to transportation infrastructure. COST–341: national state-of-the-art report Sweden – VTI, the Swedish National Road and Transport Research Institute. report R530A.
- Sheffield S.R. and King. C.M. (1994) *Mustela nivalis*. *Mammalian Species*.454:1–10.
- Sielecki, L.E. (1999) WARS–Wildlife Accident Reporting System: 1998 annual report, 1994–1998 synopsis. British Columbia Ministry of Transportation and Highways, Victoria, Canada.
- Sikes, R. S., Cannon, L. W., D The animal care and use committee of the American Society of Mammalogists (2011) Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research, *Journal of Mammalogy*.
- Silva, S. I., F. Bozinovic, and F. M. Jaksic. (2005) Frugivory and seed dispersal by foxes in relation to mammalian prey abundance in a semiarid thornscrub. *Austral Ecology* 30:739–746.
- Silver, S.C., Ostro, L.E.T., Marsh, L.K., Maffei, L., Noss, A.J., Kelly, M.J., Wallace, R.B., Gomez, H., Ayala, G., (2004) The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance using capture/recapture analysis. *Oryx* 38:148–154.
- Sinclair, A.R.E., Fryxell, J.M. and Caughley, G. (2007) *Wildlife ecology, conservation, and management*, Second edition. Blackwell Publishing.
- Soule, M.E. and Terborgh, J. (1999) *Continental conservation: Scientific foundation of regional reserve networks*. Island Press. Washington.
- Stenseth, N.S. and Lidicker, W.Z. (1992) *Animal Dispersal*. Chapman and

- Hall. London.
- Sunnucks, P., (2000) Efficient genetic markers for population biology. *TREE* 15:199–203.
- Suring, L.H., D.C. Crocker–Bedford, R.W. Flynn, C.I. Hale, G.C. Iverson, M.D. Kirchhoff, T.E. Schenck, L.C. Shea, and K. Titus. (1993) A proposed strategy for maintaining well distributed, viable populations of wildlife associated with old–growth forests in southeast Alaska. USDA Forest Service, Alaska region, Juneau, USA.
- Taylor, S.L. and Buskirk, S.W. (1994) Forest microenvironments and resting energetics of the American marten *Martes Americana*. *Ecography*. 17(3):249–256.
- Tobler, M.W., Carrillo–Percastegui, S.E., Pitman, R.L., Mares, R., Powell, G., (2008) An evaluation of camera traps for inventorying large– and medium–sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11: 169–178.
- U.S. Department of Agriculture. (2008) Land and resource management plan, Tongass National Forest. R10–MB–603b. USDA Forest Service, Pacific Southwest Region, Vallejo, California, USA.
- U.S. Department of Agriculture. (2010) Sierra Nevada Forest Plan amendment draft supplemental environmental impact statement. R5–MB–213. USDA Forest Service, Pacific Southwest Region, Vallejo, California, USA.
- van Schaik, C.P., and Griffiths, M. (1996) Activity patterns of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica* 28: 105–112
- Ward, A. L. (1982) Mule deer behavior in relation to fencing and underpasses on Interstate 80 in Wyoming. *Transportation Research Record* 859:8–13.
- Ward, O. G. and D. H. Wurster–Hill (1990) *Nyctereutes Procyonides*. *Mammalian Species* 358: 1–5.
- Ward, O. G. and Wurster–Hill, D. H. (1989) Ecological studies of Japanese Raccoon dogs, *Nyctereutes procyonoides viverrinus*. *Journal*

- of Mammalogy. 70(2) 330–334.
- Wegge, P., Pokheral, C.P., and Jnawali, S.R., (2004) Effects of trapping effort and trap shyness on estimates of tiger abundance from camera trap studies. *Animal Conservation* 7: 251–256.
- White, P. A. and Ernst, M. (2004) Second nature: improving transportation without putting nature second. Surface Transportation Policy Project, Defenders of Wildlife, www.defenders.org/
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., Phillips, A. and Losos, E. (1998) Quantifying threats to imperiled species in the United states. *Bioscience*. 48(8):607–612.
- Willson, M.F. (1993) Dispersal mode, seed shadows and colonization patterns. *Vegetatio* 107/108: 261– 280.
- Wilson, D.E. and Reeder, D.A.M. (2005) Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Johns Hopkins University Press.
- Wisdom, M. J., R. S. Holthausen, B. C. Wales, C.D. Hargis, V.A. Saab, D.C. Lee, W.J. Hann, T.D. Rich, M.M. Rowland, W.J. Murphy, and M.R. Eames. (2000) Source habitats for terrestrial vertebrates of focus in the Interior Columbia Basin: broad-scale trends and management implications. 3volumes. USDA Forest Service, General Technical Report PNW–GTR–485.
- Woodroffe, R. and Ginsberg, J.R. (1998) Edge effects and extinction of populations inside protected area. *Science*. 280:2126–2128.
- Worton, B. J. (1989). Kernel Methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*. 70:164–168.
- Wright, S., (1965) The interpretation of population structure by F–statistics with special regard to systems of mating. *Evolution* 19:395–420.
- Yamamoto, Y. and A. Kinoshita. (1994). Mortality and life table of a raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) population in Kawasaki. *Bulletin of the Kawasaki Municipal Science Museum for Youth* 5: 35–40. (in Japanese)

- Yanagawa, H. (2005) Roads and small-mammals: Road kills, habitat fragmentation and appropriate countermeasures in eastern Hokkaido, Japan. in Proceedings of Symposium: Wild animals and traffic accidents. pp. 51–62. 9th International Mammalogical Congress. Sapporo. Japan.
- Zalewski, A. and Jedrzejewski, W. (2006) Spatial organisation and dynamics of the pine marten *Martes martes* population in Bialowieza Forest (E Poland) compared with other European woodlands. *Ecography*. 29:31–43.
- Zhou, T.B., Newman, C., Buesching, C.D., Zalewski, A., Kaneko, Y., Macdonald, D.W. and Xie, Z.Q. (2011) Diet of an opportunistically frugivorous carnivore, *Martes flavigula*, in subtropical forest. *Journal of Mammalogy*. 92(3):611–619.
- Zhou, Y.B., Slade, E., Newman, C., Wang, X.M. and Zhang, S. (2008) Frugivory and seed dispersal by the yellow-throated marten, *Martes flavigula*, in a subtropical forest of China. *Journal of Tropical Ecology* 24:219–223.

부록

I. 연구 대상지 사진

II. 포획 및 무선추적 관련 사진

III. 담비 새끼 발견사진

IV. 도로 횡단 및 도로구조물 이용 사진

V. 담비의 고라니 사냥흔적 사진

I. 연구 대상지 사진



부록 1. 지리산국립공원



부록 2. 속리산국립공원

II. 포획 및 무선추적 관련 사진



부록 3. Live trap에 포획된 담비



부록 4. 발신기 부착



부록 5. 방사



부록 6. 무선추적

III. 담비 새끼 발견사진



부록 7. 충북보은 2011.05 (무선추적 A개체의 새끼)



부록 8. 경북 상주 2013.04



부록 9. 경북 영덕 2013.05



부록 10. 새끼 키우는 보금자리(속리산)

IV. 도로 횡단 및 도로구조물 이용 사진



부록 11. 담비가 수시로 횡단한 수로관
(지리산국립공원, R=1.0m)



부록 12. 도로노면횡단(속리산국립공원, A개체의 새끼)

V. 담비의 고라니 사냥 흔적 사진



부록 13. 담비의 고라니 사냥 흔적 2012.12
(지리산 국립공원)



부록 14. 고라니 혈흔과 담비 발자국 2011.12
(지리산 국립공원)



부록 15. 담비의 고라니 사냥흔적 2013.02
(오대산 국립공원)



부록 16. 담비의 고라니 사냥흔적 2011.01
(속리산 국립공원)

Abstract

A Study on ecological characteristics and conservation of yellow-throated marten (*Martes flavigula*) in temperate forests of Korea

Dong-Gul Woo

Graduate School of Environmental Studies

Seoul National University

Supervised by Professor Chong-Hwa Park

The yellow-throated marten (*Martes flavigula*) is widely distributed throughout Southern and Eastern Asia. Despite the wide distribution of this species worldwide, in both tropical and temperate zones, studies on the ecology and behavior of yellow-throated martens remain limited compared to other *Martes* species.

To fill in important information gaps, I examined home-range, habitat use, movement pattern and food habits of a yellow-throated marten in the temperate forests of Korea. Nine martens were fitted with radio-collars and tracked using ground telemetry from 2009 until 2013. We found that the mean annual range size (\pm SD; 100%MCP) and the mean daily distance moved were 33.2 km²(\pm 8.1) and 9.2 km(\pm 2.2), respectively. Unlike other martens, yellow-throated martens are social and typically diurnal. Martens prefer deciduous forest with old growth and high density.

Yellow-throated martens searched for food near and under the fallen logs and branches, root plates of fallen trees, around the roots of growing trees, and in small holes in the ground. Foraging

activity was estimated to occur at a frequency of 1.25 times/km, while territory marking occurred 1.34 times/km on average. Of the 55 documented foraging activities, 17 were successful (31.5%) in the forests where this current study was performed. Moving activity and territory marking mainly occurred along ridges, whereas foraging activity was recorded in valleys, slopes, and forest edges.

The frequency of occurrence for food items in the marten's diet were 49.4% plant materials, 29.1% mammals, 11.7% birds, 6.2% honey, 2.4% insects, and 1.1% amphibians and reptiles. Bower actinidia (*Actinidia arguta*) and date plum (*Diospyros lotus*) were especially important throughout the autumn and winter. Martens ate mammals in all seasons with a peak in winter, and their prey included Chinese water deer (*Hydropotes inermis*), Siberian roe deer (*Capreolus pygargus*) and wild boar (*Sus scrofa*), which they hunted in groups. Food niche breadth was broader in summer (BS=0.73) than in winter (BS=0.39).

Considering the extinction of four species of large carnivores in Korea during the last 100 years, the martens now act as a top-level predator and may impact various prey populations. Compared to other wildlife species in Korea, yellow-throated martens have the largest home range sizes and the longest daily movement distances. This means that they are vulnerable to habitat fragmentation and vehicle collisions. All of these findings strongly suggest that the yellow-throated marten could be an umbrella species of the habitat conservation and ecological-corridor planning in Korea.

Keywords : *Martes flavigula*, Home-range, Habitat use, Food habits, Ecological niche, Conservation plan

Student number : 2010-31253